

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN
BAJA Y MEDIA TENSIÓN EN
UN CENTRO DOCENTE**

Autor: Fernando Costa Esteban
Tutor académico: Dña. Patricia Rubio Herrero
Tutor en la empresa: D. Jesús Jiménez García-Brazales

Leganés, 22 de Junio de 2015.



Agradecimientos

Quiero destacar el apoyo prestado por mi familia, en especial a mis padres y a mi hermana, los cuales me han estado aconsejando en todo momento y sin ellos mi inicio y finalización de este, mi grado, no habría sido posible. Han sido mi apoyo incondicional siempre y me han facilitado todo, entre otras cosas el poder competir y practicar el deporte que me apasiona, el esquí alpino, durante todo este tiempo, que me ha motivado durante toda esta etapa.

También agradeceré a mis amigos, por aguantarme y estar ahí en los buenos y malos momentos, tanto los de toda la vida como los compañeros de la universidad, los que han “padecido” conmigo toda esta etapa.

Tampoco quiero olvidar a mis diferentes tutores en prácticas en empresa, y en especial agradecer a la empresa INELES que me brindó la oportunidad de realizar este proyecto.



Resumen

En el presente estudio se pretende desarrollar la instalación eléctrica en baja y media tensión en un centro docente.

Para ello, se calcularán las cargas que puede tener, a pleno rendimiento, el centro educativo según la distribución de alumbrado y fuerza (enchufes y otras tomas eléctricas de distintas potencias). Además toda la instalación deberá realizarse teniendo en cuenta la normativa vigente. Para la distribución de alumbrado se utilizarán luminarias tipo led que, además de proporcionar mejores características de eficiencia energética y menores consumos que la fluorescencia, facilitan los cálculos.

Según estas cargas y para garantizar la seguridad de las personas, se han establecido las protecciones y las líneas eléctricas con margen y según el reglamento. Con ello se han diseñado los cuadros eléctricos protegidos incluso frente a descargas atmosféricas.

Una vez calculada la carga total del centro, se han dimensionado el transformador acorde a las necesidades de la compañía (IBERDROLA) y dicha carga, definiendo así el Centro de Transformación del centro y un Centro de Seccionamiento para que la compañía suministradora pueda realizar sus operaciones en la red eléctrica de alta tensión. Siguiendo las especificaciones de la normativa, al considerarse el centro como un local de pública concurrencia, se instalará un grupo electrógeno que sea capaz de suministrar un 15% de la carga en caso de fallo del suministro eléctrico. En caso de fallo se ha previsto que este grupo suministre toda la iluminación y parte de la carga prevista en la construcción de un polideportivo posterior, de tal manera que facilite la evacuación y evite situaciones de pánico.

Posteriormente se ha desarrollado un pliego de condiciones, a modo de requisitos que debe cumplir el contratista en la instalación, además de una serie de pautas obligatorias a seguir por el mismo y según directrices de la Dirección Técnica de la obra. También se ha desarrollado un presupuesto de toda la instalación eléctrica proyectada.

Por último, se ha descrito un estudio de seguridad y salud, estableciendo unas medidas de prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.



Abstract

The aim of the present study is to develop the electrical system of a school in both low and medium voltages.

In order to do this we shall calculate the potential electrical charge of the school's system when operating at full capacity on account of its power (sockets and other electrical outlets of varying potency) and lighting distribution. In addition, the proposed system will need to be fully compliant with current legislation. LED lights will be used in the lighting distribution, as they are more energy-efficient and consume less electricity than fluorescent lights. Using LED lights will also make our calculations easier.

Depending on the resulting charge, and in order to ensure personal safety, the study establishes protection systems, as required by law, as well as power lines with appropriate safety margins. It is with safety in mind that we have also designed electrical switchboards that are protected even against atmospheric discharges.

Once the school's total electrical charge has been calculated, we have sized the transformer according to it, as well as to the requirements of the electrical company (IBERDROLA). In so doing, we have defined the school's electric Transformer Station, as well as a Sectioning Centre, so that the utility company will be able to carry out repairs on the high voltage grid. Since the school is a public audience premise, and as required by law, a power generator shall also be installed, capable of providing 15% of the electrical charge in the event of power failure. In such a case, it is foreseen that this generator should provide the school's total current lighting needs, as well as part of the electrical charge required for both the ordinary and emergency lighting of a sports complex yet to be built.

In addition, we have developed a list of technical specifications outlining the requisites to be fulfilled by any contractor working on the system, and a series of obligatory guidelines to be followed, as established by the Technical Management Team. A budget is also provided for the whole project.

Finally, we provide a Health and Safety report outlining measures against work-related accidents and diseases.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 MOTIVACIÓN.....	2
1.2 OBJETO DEL PROYECTO	2
1.3 NORMATIVA APLICABLE.....	2
2. MEMORIA DESCRIPTIVA	4
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS	5
2.1.1 Alcance del proyecto.....	5
2.1.2 Descripción general de la instalación.....	5
2.1.3 Descripción del edificio.	6
2.1.4 Cálculo de ocupación. catalogación del edificio.....	8
2.1.5 Catalogación del edificio.....	10
2.1.5.1 Suministros complementarios o de seguridad.....	10
2.1.6 Previsión de potencias a instalar.	12
2.1.7 Acometida de media tensión.....	14
2.1.8 Centro de seccionamiento C.Secc.....	14
2.1.9 Línea Subterránea de Media Tensión. (LSMT).....	17
2.1.10 Centro de Transformación CT.	18
2.1.10.1 Potencia instalada en kVA	18
2.1.10.2 Obra civil	18
2.1.10.3 Aparamenta.....	19
2.1.10.4 Transformador.....	21
2.1.10.5 Cuadro de Baja Tensión.....	22
2.1.10.6 Interconexiones de MT.....	22
2.1.10.7 Interconexiones de B.T.	22
2.1.10.8 Defensa del transformador.....	22
2.1.10.9 Equipos de iluminación.	23
2.1.10.10 Relés de protección, automatismos y control	23
2.1.10.11 Puesta a tierra	23
2.1.10.12 Medida de la energía eléctrica	23
2.1.10.13 Instalación de protección contra incendios.....	26
2.1.10.14 Instalación de medidas adicionales de seguridad.....	26
2.1.11 Grupo Electrónico.....	27



2.1.12 Cuadros de distribución	30
2.1.12.1 Cuadro General de Baja Tensión	30
2.1.12.2 Cuadros Secundarios (CS)	31
2.1.13 Líneas Eléctricas de baja tensión	32
2.1.13.1 Línea General de Alimentación (LGA).....	33
2.1.13.2 Líneas de Derivación Individual (LDI).....	36
2.1.14 Canalizaciones	37
2.1.14.1 Bandejas	38
2.1.14.2 Canales protectores	39
2.1.14.3 Tubos protectores	39
2.1.14.4 Sistema de instalación.	41
2.1.15 Sistemas de protección eléctrica	42
2.1.15.1 Protección contra sobrecargas	43
2.1.15.2 Protección contra sobretensiones	44
2.1.15.3 Protección contra contactos directos.....	45
2.1.15.4 Protección contra los contactos indirectos	48
2.1.16 Aparataje de protección	49
2.1.16.1 Interruptor diferencial	49
2.1.16.2 Interruptor automático	50
2.1.16.3 Interruptor de corte en carga	52
2.1.16.4 Cartucho fusible	53
2.1.17 Instalación de alumbrado	54
2.1.17.1 Conceptos básicos de iluminación	54
2.1.17.2 Alumbrado normal	56
2.1.17.3 Alumbrado de emergencia	58
2.1.18 Puesta a tierra	63
2.1.18.1 Esquemas de puesta a tierra	65
2.1.18.2 Sistema de puesta a tierra del centro de enseñanza	69
2.1.19 Pararrayos	70
2.1.19.1 Pararrayos seleccionado para el centro educativo.....	73
2.1.20 Desclasificación del Garaje.....	73
3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	76
3.1 Introducción a los cálculos eléctricos	77
3.2 Instalación de Media Tensión.....	77
3.2.1 Intensidad de Media Tensión	77
3.2.2 Intensidad de Baja Tensión	77



3.2.3 Cortocircuitos.....	78
3.2.3.1 Observaciones	78
3.2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito	78
3.2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión	78
3.2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	79
3.2.4 Dimensionado del embarrado	79
3.2.4.1 Comprobación por densidad de corriente	79
3.2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica	79
3.2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica.....	79
3.2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	80
3.2.6 Dimensionado de los puentes de MT.....	80
3.2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.	80
3.2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos.....	81
3.2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	81
3.2.9.1 Investigación de las características del suelo	81
3.2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	81
3.2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	82
3.2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra [7]	82
3.2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	86
3.2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	87
3.2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas	88
3.2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior	90
3.2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial	91
3.2.9.10 Justificación de la sección de los conductores de protección.	92
3.3 Instalación de protección contra el rayo	92
3.3.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos	92
3.3.2 Cálculo del riesgo máximo admisible.....	93
3.4 Instalación de Baja Tensión	95
3.4.1 Cálculo de secciones, intensidades y caída de tensión máxima admisible. .	95
3.4.1.1 Criterio de la caída de tensión.....	95
3.4.1.2 Criterio de la intensidad máxima admisible	96
3.4.1.3 Criterio de la intensidad de cortocircuito	97
3.4.2 Cálculo de líneas	97
3.4.3 Tablas de cálculos y aclaración	101
3.4.3.1 Aclaración de las tablas de cálculo	113



3.4.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.	114
3.4.6 Cálculos luminotécnicos.	116
3.4.7 Cálculo del alumbrado de emergencia.....	136
4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	138
4.1 Generalidades	139
4.1.1 Objeto y alcance	139
4.1.2 Definiciones	140
4.1.3 Normativa y reglamentación	141
4.1.4 Centro de Seccionamiento y Centro de Transformación	142
4.1.4.1 Obra civil	142
4.1.4.2 Aparamenta de Media Tensión	143
4.1.4.3 Transformadores de potencia	143
4.1.4.4 Equipos de medida.....	144
4.1.4.5 Pruebas reglamentarias	145
4.1.4.6 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	145
4.1.4.7 Certificados y documentación	146
4.1.4.8 Libro de órdenes	146
4.1.5 Grupos electrógenos.....	146
4.1.5.1 Componentes	147
4.1.6 Descripción de la instalación de baja tensión	150
4.1.6.1 Marcas y modelos alternativos	151
4.1.7 Dirección de obra.....	151
4.1.8 Ejecución de trabajos específicos.....	151
4.1.8.1 Soldadura.....	151
4.1.8.2 Fijación de equipos, soportes y herrajes	151
4.1.8.3 Pintura.....	152
4.1.9 Materiales	152
4.1.9.1 Tornillería	152
4.1.9.2 Bandejas	152
4.1.9.3 Tubos	153
4.1.9.4 Cables	154
4.1.9.5 Identificación	162
4.1.9.6 Cajas de derivación.....	162
4.1.9.7 Pequeño material	163
4.1.9.8 Canaletas	163
4.1.10 Montaje de equipos eléctricos	164



4.1.10.1 Cuadros de distribución.....	164
4.1.10.2 Cuadros secundarios	165
4.1.10.3 Motores	165
4.1.10.4 Protección para intemperie	166
4.1.11 Sellado de huecos	166
4.1.12 Instalaciones de alumbrado	167
4.1.13 Red de tierras	168
4.1.14 Pararrayos capacitivos.....	169
4.1.14.1 Descripción	169
4.1.14.2 Forma de instalación	169
4.1.15 Instalaciones eléctricas de mando.....	171
4.1.15.1 Sistemas de mando.....	171
4.1.15.2 Paneles locales de mando	171
4.1.15.3 Cableado.....	171
4.1.16 Características que deben reunir los materiales.....	171
4.1.17 Recepción de las instalaciones.....	172
4.1.17.1 Pruebas.....	173
4.1.18 Recepción provisional.....	174
4.1.19 Garantía y recepción definitiva	174
5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	176
5.1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO.....	177
5.2 Características de la instalación.....	178
5.2.1 Descripción de la instalación	178
5.2.2 Suministro de energía eléctrica	178
5.2.3 Suministro de agua potable	178
5.2.4 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos	178
5.3 Memoria descriptiva	178
5.3.1 Descripción de las instalaciones realizar	178
5.3.2 Movimiento de tierras y cimentaciones.....	178
5.3.3 Estructura	179
5.3.4 Cerramientos	180
5.3.5 Albañilería.....	180
5.4 Montaje.....	181
5.4.1 Colocación de soportes y embarrados.....	181
5.4.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o aparata, transformadores de potencia y Cuadros de B.T.	181



5.4.3 Operaciones de puesta en tensión	182
5.5 Maquinaria y medios auxiliares	182
5.6 Medios auxiliares.....	183
5.6.1 Andamios en general.....	183
5.6.2 Escaleras de mano	183
5.6.3 Plataformas elevadoras	184
5.7 Riesgos	184
5.7.1 Riesgos profesionales.....	184
5.7.2 Riesgos de daños a terceros	184
5.8 Prevención de riesgos profesionales.....	184
5.8.1 Protecciones individuales	185
5.8.1.1 Protección de la cabeza.	185
5.8.1.2 Protección del Cuerpo.....	185
5.8.1.3 Protección extremidades superiores	185
5.8.1.4 Protección extremidades inferiores.	185
5.8.2 Protecciones colectivas	185
5.8.2.1 Señalización General	185
5.8.2.2 Protección contra incendios.	185
5.9 Formación	186
5.10 Medicina preventiva y primeros auxilios.....	186
5.10.1 Botiquín de obra	186
5.10.2 Reconocimientos médicos	186
5.11 Normativa aplicable	186
6. PRESUPUESTO	187
7. CONCLUSIONES.....	206
8. BIBLIOGRAFÍA	208
ANEXO A: Índice de figuras	211
ANEXO B: Índice de tablas	214
ANEXO C: PLANOS.....	217

1. INTRODUCCIÓN



1.1 MOTIVACIÓN

Este proyecto supone un acontecimiento que marcará un antes y un después en mi vida profesional y académica. Sobre todo, porque termino el grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y con ello los 4 años de intensas emociones buenas y no tan buenas... Lo que me ha sorprendido de esta etapa, es lo que he crecido como persona. Esto se nota desde el primer día, que tienes que hacer viajes de hasta 4 horas todos los días para ir a la universidad, en los que lees libros y periódicos, ves y conoces a otras personas durante el trayecto. Y ya en la universidad mejoras tus habilidades sociales, presentando trabajos y conociendo a multitud de compañeros tanto en las clases como en prácticas de empresa que pude realizar.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto se redacta con objeto de estudiar, diseñar, calcular y justificar las condiciones técnicas necesarias para analizar y prever toda la instalación eléctrica de un edificio con uso de Centro Educativo.

La instalación de este centro educativo, con la aceptación del proyecto y presupuesto por parte de la propiedad (Constructora situada en Madrid), será ejecutada por la empresa INELES. Por otra parte, este proyecto pretende definir con suficiente detalle las características de la instalación para su ejecución posterior por el instalador, así como justificar el cumplimiento de la normativa de aplicación para la posterior legalización de la instalación por parte de la Dirección de Industria Energía y Minas y la ENICRE correspondiente.

El proyecto contará con una distribución eléctrica basada en un centro de transformación (C.T.) ,alimentado desde una acometida en bucle a un Centro de Seccionamiento (CS), desde el cual se alimenta el Cuadro General de Baja Tensión (C.G.B.T.) y este a su vez, alimenta a los cuadros secundarios (C.S.) repartidos por todo el centro educativo. Además, para garantizar la continuidad del servicio eléctrico, se ha previsto un suministro de apoyo mediante un Grupo Electrónico (G.E.) que alimente parte de la carga y se ha previsto que esta carga sea el alumbrado para facilitar la evacuación en caso de emergencia.

También se impone un estudio de seguridad y salud con la posibilidad de la ejecución de la instalación eléctrica. De tal manera que se establezcan las previsiones que respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, se deberán de tomar durante los trabajos de reparación, ejecución, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las obras a mencionar posteriormente.

1.3 NORMATIVA APLICABLE.

Se considerarán todos los requerimientos susceptibles de ser aplicables de las siguientes referencias normativas:

- ✓ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y



sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, BOE 9/6/2014.

- ✓ Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- ✓ Guías Técnicas de Aplicación del Reglamento electrotécnico para Baja Tensión.
- ✓ Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ✓ Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- ✓ Normativa particular de la Compañía Eléctrica IBERDROLA.
- ✓ Real Decreto 314/2006, Código Técnico de la Edificación, 17 de marzo de 2006 y sus actualizaciones de Documentos Básicos de 2010, 2013 y 2014 entre las más importantes.
- ✓ Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- ✓ Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- ✓ Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- ✓ Normas particulares de la compañía suministradora.



2. MEMORIA DESCRIPTIVA



2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

2.1.1 Alcance del proyecto

Este proyecto contempla la instalación eléctrica relativa a un edificio de cuatro plantas, destinado a un centro educativo, con las instalaciones características de este tipo de edificios como son las zonas docentes, comedor, auditorio, garaje, etc.

En el proyecto se calcula la instalación en Media Tensión definiendo las características del Centro de Seccionamiento, el Centro de Transformación (C.T.) y la Línea Subterránea de Media Tensión (L.S.M.T) que une ambos centros y se considera la instalación eléctrica en Baja Tensión desde las bornas del transformador del Centro de Transformación desde el que se alimenta el edificio, ubicado en la planta semisótano del mismo.

El proyecto pretende definir la distribución eléctrica en su totalidad, incluyendo, cuadro general, líneas de distribución, cuadros secundarios, cableado interior, mecanismos y luminarias.

2.1.2 Descripción general de la instalación

El centro educativo será alimentado por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos hasta el Centro de Seccionamiento unido al Centro de Transformación (C.T.) siempre y cuando la energía eléctrica de red funcione correctamente. Conjuntamente, en caso de caída del suministro eléctrico, el centro dispondría de un Grupo Electrónico (G.E.) que sirve de suministro de emergencia para garantizar la continuidad del servicio eléctrico. [3]

El Centro de Transformación y, en caso de corte del suministro, el Grupo Electrónico alimentan a un Cuadro General de Baja Tensión (CGBT).

El C.T. previsto contiene un transformador de potencia de 630 KVA y de refrigeración natural seco, celdas de aparcamiento con relés de protección, automatismos y control, una puesta a tierra del mismo e interconexiones de Media Tensión. Además se ha previsto situar en el mismo local el CGBT para facilitar con ello las interconexiones de Baja Tensión, así como mejorar la eficacia de la instalación y abaratarla al montar tiradas de cable más cortas.

El G.E. previsto de 100KVA dispone de un depósito de combustible con el cual es capaz de dar potencia a todos los servicios de seguridad (conectados a Red-Grupo) durante como mínimo 8 horas, limitado en caso de incendio al aguante de los cables de alimentación.

La Línea Subterránea de Media Tensión forma parte de la instalación de Media Tensión mientras que las Líneas Generales de Alimentación (LGA) que comunican los transformadores del Centro de Transformación con el CGBT y comunican el Grupo Electrónico con el CGBT, forman parte de la instalación en baja tensión.

A la salida del CGBT se han previsto las Líneas de Derivación Individual (LDI) que alimentan los Cuadros Secundarios (C.S.) distribuidos por todo el centro. La mayoría de los Cuadros Secundarios disponen de una alimentación de red y otra de red-grupo, de tal manera que todo lo dispuesto en la alimentación de red-grupo serán los equipos de seguridad y que contarán con la continuidad del suministro en caso de caída de este. (Ver Figura 1)

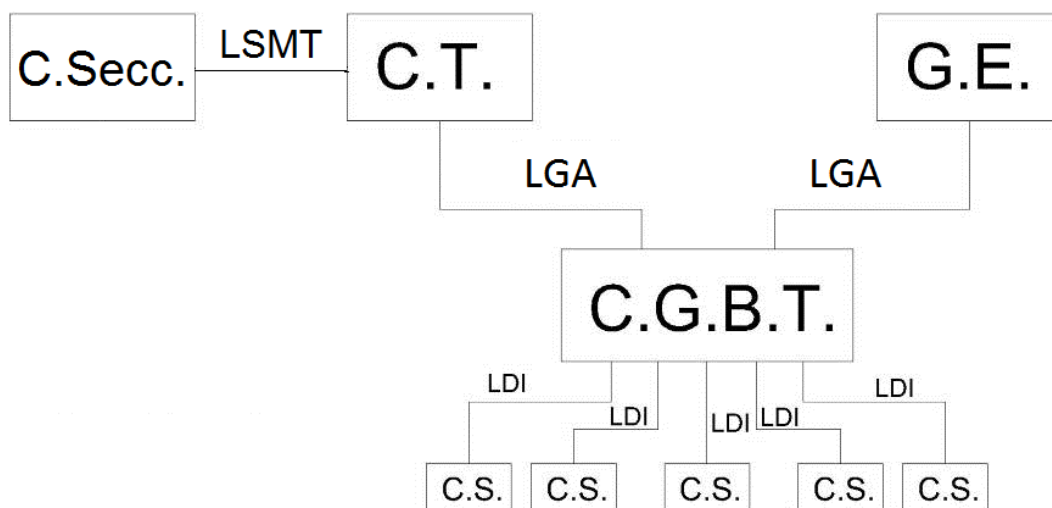


Figura 1. Esquema de cuadros eléctricos en el centro. Elaboración propia

Todas sus ubicaciones quedan perfectamente detalladas en los planos de las plantas del edificio y en los distintos esquemas unifilares anexos.

2.1.3 Descripción del edificio.

El edificio de objeto de este proyecto es de forma rectangular, con cuatro plantas en altura, un semisótano, plantas baja, primera, segunda y cubierta, con acceso directo desde el exterior por la planta semisótano y la planta baja.

Los C.S. proyectados y calculados se colocarán según la distribución establecida en los planos anexos.

El edificio tiene una superficie aproximada de 11111 m² distribuidos como se muestra en la tabla 1.

Zona/Planta	Superficie m ²
Planta Semisótano	
Garaje	2107,00
Sala Informática	62,91
Aulas 5uds x 60 m ²	300,00
Aseos 2uds x 13,5 m ²	27,00

Pasillos	407,85
Aseo de planta	18,57
Aseo grande	41,34
Pasillo cámaras	32,87
Cámaras	83,00
Despachos	26,16
Escaleras	58,82
Instalaciones	207,00
Total planta semisótano	3372,52
Planta Baja	
Aulas 18uds x 60 m ²	1080,00
Aseos 6uds x 13,5 m ²	81,00
Cocina	145,162
Comedor	357,17
Pasillos	885,86
Auditorio	305,45
Escaleras	105,50
Aseo de planta 2 x 18,5 m ²	37,00
Administración	211,12
Total planta Baja	3208,27
Planta Primera	
Aulas 30uds x 60 m ²	1778,45
Aseos 12uds x 13,5 m ²	162,00
Pasillos	955,86
Escaleras	105,50
Aseo de planta 3 x 18,5 m ²	55,5
Total planta primera	3057,31
Planta Segunda	
Aulas 12uds x 60 m ²	720,00
Aseos 4uds x 13,5 m ²	162,00
Pasillos	509,90
Escaleras	43,32
Aseo de planta 2 x 18,5 m ²	37,00
Total planta segunda	1472,22
Total edificio	11111

Tabla 1. Superficies de las distintas áreas del centro. Elaboración propia



2.1.4 Cálculo de ocupación. catalogación del edificio.

La instalación a realizar está clasificada de acuerdo al vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión quedando la instalación afectada especialmente por los requisitos que se derivan de las Instrucciones ITC BT 28. Clasificando el local según esta instrucción como **“LOCAL DE REUNION, TRABAJO Y USO SANITARIO”** al tratarse de un centro de enseñanza con una ocupación de más de 50 personas.

Además añadiendo que “se calculará la ocupación prevista como 1 persona por cada 0,8 m² de superficie útil, a excepción de pasillos, vestíbulos, repartidores y servicios.”

[1]

Por otra parte, según el Código Técnico de la Edificación (CTE) sobre el cálculo de la ocupación se establece:

1. Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1. en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.
2. A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾ según el CTE.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, aseos de planta, etc.	Ocupación nula
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Aparcamiento ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
Hospitalario	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
Comercial	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3

	Plantas diferentes de las anteriores	5
<i>Pública concurencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10
	Archivos, almacenes	40

(1) Deben considerarse las posibles utilizaciones especiales y circunstanciales de determinadas zonas o *recintos*, cuando puedan suponer un aumento importante de la ocupación en comparación con la propia del *uso normal previsto*. En dichos casos se debe, o bien considerar dichos usos alternativos a efectos del diseño y cálculo de los elementos de evacuación, o bien dejar constancia, tanto en la documentación del proyecto, como en el Libro del edificio, de que las ocupaciones y los *usos previstos* han sido únicamente los característicos de la actividad.

(2) En los *aparcamientos robotizados* se considera que no existe ocupación. No obstante, dispondrán de los medios de escape en caso de emergencia para el personal de mantenimiento que en cada caso particular considere necesarios la autoridad de control.

Aplicamos el CTE (tabla 2.1), para el cálculo de la ocupación. (Ver tabla 3)

ZONA	Superficie (m ²)	Ratio de ocupación	Ocupación
<i>En planta semisótano</i>			
Garaje	2107	40 m ² /per	53
Sala Informática	62,91	1,5 m ² /per	42
Aulas 5uds x 60 m²	300	1,5 m ² /per	200
Aseos 2uds x 13,5 m²	27	Nulo (*1)	0
Pasillos	407,85	Nulo (*1)	0
Aseo de planta	18,57	Nulo (*1)	0
Aseo grande	41,34	Nulo (*1)	0
Pasillo cámaras	32,87	Nulo (*1)	0
Cámaras	83	10 m ² /per	9
Despachos	26,16	10 m ² /per	3
Escaleras	58,82	Nulo (*1)	0
Instalaciones	207	Nulo (*1)	0
<i>Total ocupación planta semisótano</i>			307
<i>En planta baja.</i>			
Aulas 18uds x 60 m²	1080	1,5 m ² /per	720
Aseos 6uds x 13,5 m²	81	Nulo (*1)	0
Cocina	145,162	10 m ² /per	15
Comedor	357,17	1,5 m ² /per	172
Pasillos	885,86	Nulo (*1)	0
Auditorio	305,45	1 m ² /per	306
Escaleras	105,5	Nulo (*1)	0
Aseo de planta 2 x 18,5 m²	37	Nulo (*1)	0
Administración	211,12	10 m ² /per	22
<i>Total ocupación planta baja</i>			1235

<i>En planta primera.</i>			
Aulas 30uds x 60 m²	1800	1,5 m ² /per	1200
Aseos 12uds x 13,5 m²	24,1	Nulo (*1)	0
Pasillos	1188	Nulo (*1)	0
Escaleras	132	Nulo (*1)	0
Aseo de planta 3 x 18,5 m²	96	Nulo (*1)	0
<i>Total ocupación planta primera</i>			<i>960</i>
<i>En planta segunda.</i>			
Aulas 12uds x 60 m²	720	1,5 m ² /per	480
Aseos 4uds x 13,5 m²	162	Nulo (*1)	0
Pasillos	509,9	Nulo (*1)	0
Escaleras	43,32	Nulo (*1)	0
Aseo de planta 2 x 18,5 m²	37	Nulo (*1)	0
<i>Total ocupación planta segunda</i>			<i>480</i>
TOTAL OCUPACIÓN EDIFICIO			3222

(*1) Se considera ocupación nula por no ser susceptible de uso simultáneo.

Tabla 3. Cálculo de la ocupación en el centro. Elaboración propia

2.1.5 Catalogación del edificio.

Se establece una ocupación total de 3222 personas (mayor de 300 personas) con lo que el local objeto del proyecto tendrá la consideración de local de pública concurrencia catalogado como local de reunión con ocupación de más de 50 personas con la necesidad de cumplimiento de los siguientes artículos contemplados en la instrucción ITC BT 28.

Catalogación edificio: Pública concurrencia.

Ocupación prevista mayor de 300 personas: **Si**.

2.1.5.1 Suministros complementarios o de seguridad

De acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su Artículo 10 los tipos de suministro son los siguientes:

- ✓ “Suministros normales son los efectuados a cada abonado por una sola empresa distribuidora por la totalidad de la potencia contratada por el mismo y con un solo punto de entrega de la energía.
- ✓ Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes o por la misma empresa, cuando se disponga, en el lugar de utilización de la energía, de medios de transporte y distribución independientes, o por el usuario mediante medios de producción propios. Se considera suministro complementario aquel que, aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Se clasifican en suministro de socorro, suministro de reserva y suministro duplicado:

- *Suministro de socorro es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.*
- *Suministro de reserva es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.*
- *Suministro duplicado es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.” [1]*

Además según la instrucción ITC-BT-28 se describe lo siguiente, clasificando así el tipo de suministro complementario a utilizar en la instalación.

“Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva:

- *Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud*
- *Estaciones de viajeros y aeropuertos*
- *Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos*
- *Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie.*
- *Espacios y pabellones deportivos.” [1]*

De tal manera que se deduce que es necesario la instalación de alumbrado de emergencia.

Además al ser un local de pública concurrencia, dispondrá de alumbrado de emergencia, con alimentación automática de corte breve. Las luminarias utilizadas dispondrán de alimentación propia por medio de baterías. Por todo lo descrito anteriormente se concluye lo siguiente:

Necesidad suministro de socorro (15% del total) : **Si.**

Necesidad suministro de reserva (25% del total) : **No.**

Por otra parte, según el CTE DB-SI-4 correspondiente a las instalaciones de protección contra incendios, no es necesario el uso de ascensores de emergencia, ya que la altura de evacuación no supera los 50m.

2.1.6 Previsión de potencias a instalar.

Para el cálculo de la potencia a instalar se han tenido en cuenta los receptores atendidos por cada cuadro de distribución, tanto los cuadros de planta como los cuadros que dan servicio a zonas con usos distinto al docente.

El Cuadro General de Baja Tensión está conectado al centro de transformación (C.T.) y al Grupo Electrónico (G.E.). El CT dispone de una capacidad de 630 KVA y el Grupo Electrónico de una capacidad de 100 KVA. Este dimensionamiento tanto del transformador como del grupo se justifica posteriormente en sus apartados específicos y en el anexo de cálculos.

El alumbrado de la cocina como el del aula de informática, no se realiza desde sus propios cuadros, sino que se lleva a cabo desde el cuadro de planta.

Toda la potencia instalada se atiende desde el suministro de red, que en caso de fallo, provocará el arranque del suministro de socorro para atender a la totalidad del alumbrado del edificio.

Para establecer la potencia del cuadro de la cocina, se parte de su equipamiento eléctrico de fuerza, que engloba, enchufes de fuerza, hornos, cámaras frigoríficas, lavavajillas, etc.

Para el resto de cuadros del edificio se tienen en cuenta los siguientes criterios para la asignación de la potencia consumida:

- ✓ En los equipos de alumbrado fluorescente se establece la potencia de consumo como la potencia nominal de las lámparas, multiplicado por 1,8.
- ✓ En los equipos de alumbrado incandescente se establece la potencia de consumo como la potencia nominal de sus lámparas.
- ✓ Para cada enchufe de usos varios se asigna una potencia de 200W.
- ✓ Para los equipos de potencia conocida (enfriadoras, calderas, ascensores, etc) se asigna una potencia igual a su potencia nominal.

Para determinar los circuitos que deben conectarse al suministro de socorro, se usa el siguiente criterio de suministro:

- ✓ El 100% del alumbrado del edificio.
- ✓ El 30% de la potencia prevista en el polideportivo.

Con estos criterios se establecen las potencias instaladas que se reflejan en la tabla 4.

Circuito	Suministro Red / Grupo	Potencia de red (w)	Potencia de grupo (w)
Ascensor	CGBT - Red	18750	
Ascensor	CGBT - Red	18750	
Montacargas	CGBT - Red	18750	
G.P.Incendios	CGBT - Red	11250	
Sala de Calderas	CGBT - Red	35000	
Polideportivo	CGBT - Red	60000	
G.P.Agua Sanitaria	CGBT - Red	12000	
Climatización Auditorio	CGBT - Red	70000	
Polideportivo	CGBT - Red/Grupo		30000
CE-01	CGBT - Red	13000	
CE-02	CGBT - Red	12400	
CE-03	CGBT - Red	16200	
CE-04	CGBT - Red	13000	
CE-05	CGBT - Red	20400	
CE-06	CGBT - Red	20800	
CE-Administración	CGBT - Red	15400	
CE-Auditorio	CGBT - Red	9400	
CE-Informática	CGBT - Red	34800	
CE-Garaje	CGBT - Red	18000	
CE-Cocina	CGBT - Red	195900	
CE-01	CGBT - Red/Grupo		5502
CE-02	CGBT - Red/Grupo		7475
CE-03	CGBT - Red/Grupo		11020
CE-04	CGBT - Red/Grupo		7499
CE-05	CGBT - Red/Grupo		11476
CE-06	CGBT - Red/Grupo		7828
CE-Administración	CGBT - Red/Grupo		1148
CE-Auditorio	CGBT - Red/Grupo		1730
CE-Garaje	CGBT - Red/Grupo		1558
TOTAL POTENCIA INSTALADA RED (W)		613800	
TOTAL POTENCIA INSTALADA GRUPO (W)		85237	
TOTAL POTENCIA SIMULTANEA RED k=0,7 (W)		429660	
TOTAL POTENCIA SIMULTANEA GRUPO k=0,8 (W)		68190	

Tabla 4. Previsión de potencias a instalar en el Centro. Elaboración propia.

2.1.7 Acometida de media tensión

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación al nuevo Centro se realizará mediante una línea de MT subterránea con las siguientes características:

Alimentación en Bucle desde la red de IB mediante cable de aluminio de 240 mm² con aislamiento tipo RHZ1 12/20 KV.

Los datos de partida aportados por Iberdrola serán los siguientes:

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida: 500 MVA. [3]

2.1.8 Centro de seccionamiento C.Secc.

El centro de seccionamiento objeto de este proyecto se resuelve mediante un prefabricado compacto modelo PF-15 de la marca Ormazabal.

Según la información facilitada por Ormazabal se ha previsto este modelo con las siguientes características.

El PF-15 es un centro de maniobra exterior, para redes de MT, de estructura monobloque, proyectado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la aparamenta de MT del sistema CGMcosmos y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas CGMcosmos dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales.

- Envolvente

El equipo PF-15 está constituido por una única pieza de hormigón que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm², está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El cuerpo está dotado de cáncamos de elevación para la manipulación del edificio en conjunto.

En la parte inferior del centro están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

- Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas.

Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro la inferior.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color crema.

Las puertas de ventilación son de chapa galvanizada, opcionalmente de acero inoxidable, y están pintadas de color marrón.

Todos los elementos metálicos en contacto con el exterior están adecuadamente tratados contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Seccionamiento PF-15 es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

El pavimento del frente de la maniobra se encuentra pavimentado mediante loseta hidráulica en toda su extensión permitiendo un acceso y maniobra seguros.

- Características detalladas

Una puertas de acceso y maniobra. Dimensiones exteriores: Longitud: 1360 mm, Fondo: 1164 mm, Altura: 2050 mm, Altura vista: 1500 mm, Peso: 2400 kg.

- APARAMENTA

Celdas de Entrada / Salida

2 Unidades del modelo **CGMcosmos-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas: Ancho: 365 mm, Fondo: 735 mm, Alto: 1300 mm.
- Mando interruptor: manual tipo B

Celda de Seccionamiento de compañía.

Una unidad del modelo **CGMcosmos-P Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
 - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
 - Intensidad fusibles: 3x40 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas: Ancho: 470 mm, Fondo: 735 mm, Alto: 1300 mm.
- Otras características constructivas:
 - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
 - Combinación interruptor-fusibles: combinados [8]

Todo el prefabricado compacto forma la vista frontal y el esquema unifilar que se aprecia en la figura 2.

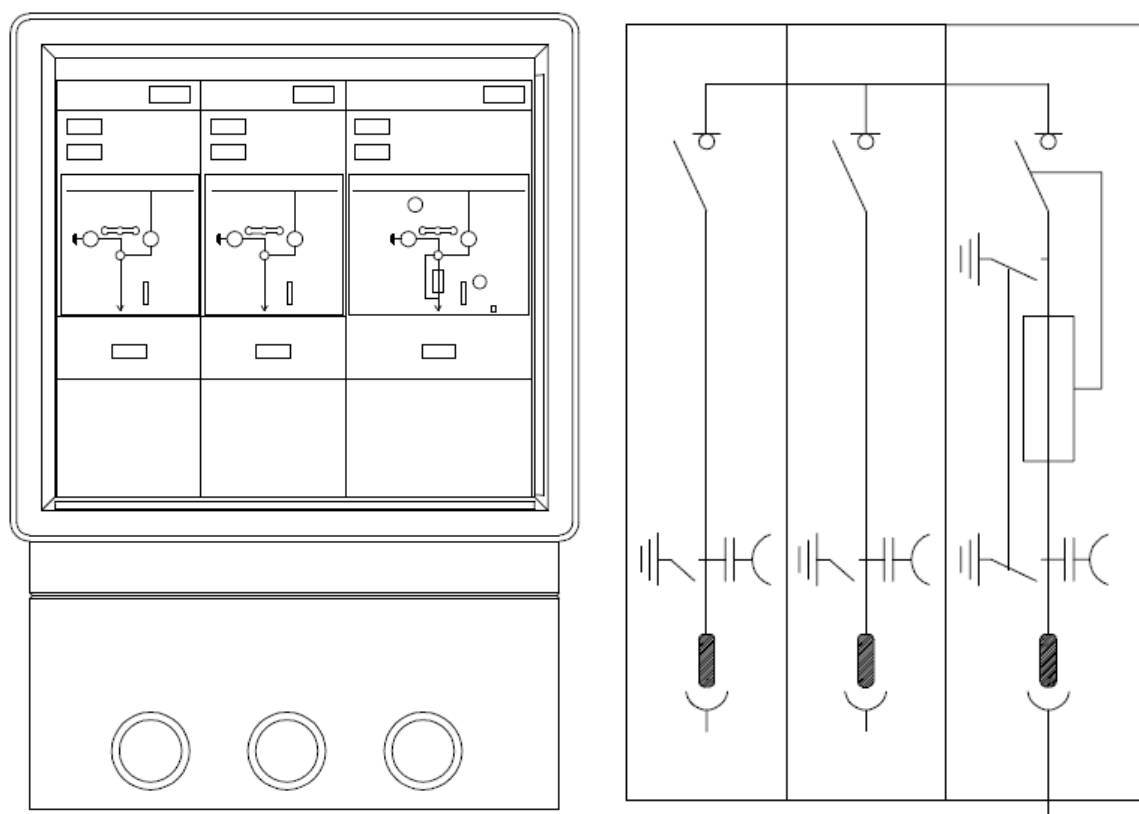


Figura 2. Vista frontal y esquema unifilar del prefabricado del Centro de Seccionamiento según el catálogo de Ormazabal [8]

2.1.9 Línea Subterránea de Media Tensión. (LSMT).

La Línea Subterránea de Media Tensión objeto de este proyecto, enlaza la salida del Centro de Seccionamiento con la celda de línea del Centro de transformación.

Está compuesta por un tramo enterrado de 40 m. canalizados bajo tubo de PVC de 160 mm de diámetro, y un tramo tendido sobre bandeja metálica de chapa ciega con tapa, con una longitud de 50 m. que discurre por el garaje del edificio.

Las características del conductor son las que se detallan a continuación:

Aislamiento: HEPRZ1
 Conductor: Aluminio
 Sección: 3(1x95) mm²
 Longitud total: 90 m.

Se conectará a las celdas del C.Secc y del CT mediante terminales enchufables de la marca ELASTIMOD modelo K153, de forma que se garantice su correcta conexión a los interruptores de salida y llegada.

2.1.10 Centro de Transformación CT.

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto es de Abonado
Las características del mismo se detallan a continuación:

2.1.10.1 Potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 429,66 kW. para lo que se instala este centro de transformación de 1x630KVA con capacidad suficiente para la potencia máxima simultánea demandada por el edificio.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 630 kVA.

Según la información facilitada por Ormazabal se ha previsto un centro de transformación con las siguientes componentes y características estandarizados y utilizados en multitud de proyectos instalaciones del sector terciario, con lo que su descripción es igual que la utilizada en otros proyectos del fabricante Ormazabal.

2.1.10.2 Obra civil

En este proyecto el Centro de Transformación se encuentra ubicado en el interior del edificio al que da servicio, y se aloja en un local con uso exclusivo para este fin, situado en la planta sótano.

El acceso al mismo se realiza desde la entrada principal al edificio.

- Solera y pavimento

Se formará una solera de hormigón armado de, al menos, 10 cm de espesor, descansando sobre una capa de arena apisonada. Se preverán, en los lugares apropiados para el paso de cables, unos orificios destinados al efecto, inclinados hacia abajo y con una profundidad mínima de 0,4 m.

- Cerramientos exteriores

Se emplean materiales que ofrecen garantías de estanqueidad y resistencia al fuego, dimensionados adecuadamente para resistir el peso propio y las acciones exteriores, tales como el viento, empotramiento de herrajes, etc., y se adaptarán en lo posible al entorno arquitectónico de la zona, empleando los mismos materiales, acabados y elementos decorativos de las otras edificaciones.

- Tabiquería interior

No es preciso realizar ningún tipo de tabiquería interior.

- Puertas

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas. Estas puertas se abrirán hacia fuera 180°, pudiendo por lo tanto abatirse sobre el muro de la fachada, disponiendo de un elemento de fijación en esta posición.

- Rejillas de ventilación

El transformador dispone de rejillas de ventilación que se ubican en la misma puerta que sirve de protección y acceso para el transformador.

Estas rejillas tienen una superficie de ventilación de entrada de aire de 1,5 m² y de salida de 1,5 m², disponiendo adicionalmente el local de una rejilla en la fachada de 0,1 m² para ventilación del local.

En el capítulo Cálculos de este proyecto se justifican las dimensiones de estas rejillas.

- Cubiertas

Al estar el local en la planta sótano del edificio, la cubierta del mismo es el forjado de la planta baja del edificio, compuesta por una losa de hormigón armado de 30 cm de espesor.

- Pintura y varios

Para el acabado del centro se empleará una pintura plástica de color blanco y un solado mediante goma aislante tipo PIRELLI.

Los elementos metálicos del centro, como puertas y rejillas de ventilación, serán además tratados adecuadamente contra la corrosión.

2.1.10.3 Aparamenta

Celda de Remonte de Cliente: **CGMcosmos-RC Celda remonte con cables**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y un seccionador de puesta a tierra del embarrado principal. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas: Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas: Ancho: 365 mm. Fondo: 735 mm. Alto: 1740 mm.

Protección General: **CGMcosmos-P Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena

cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x40 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte: Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas: Ancho: 470 mm, Fondo: 735 mm, Alto: 1300 mm.

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Medida: CGMcosmos-M Medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas: Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas: Ancho: 800 mm, Fondo: 1025 mm, Alto: 1740 mm

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

* Transformadores de tensión

Relación de transformación:	22000/V3-110/V3 V
Sobretensión admisible en permanencia:	1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
Potencia:	25/6,25 VA
Clase de precisión:	0,2

* Transformadores de intensidad

Relación de transformación:	10-20/5 A
Intensidad térmica:	80 In (mín. 5 kA)

Sobreintensidad admisible

en permanencia:

$F_s \leq 5$

Potencia:

10/2,5 VA

Clase de precisión:

0,2S

Todo el prefabricado compacto del Centro de Transformación forma la vista frontal y el esquema unifilar que se aprecia en la figura 3.

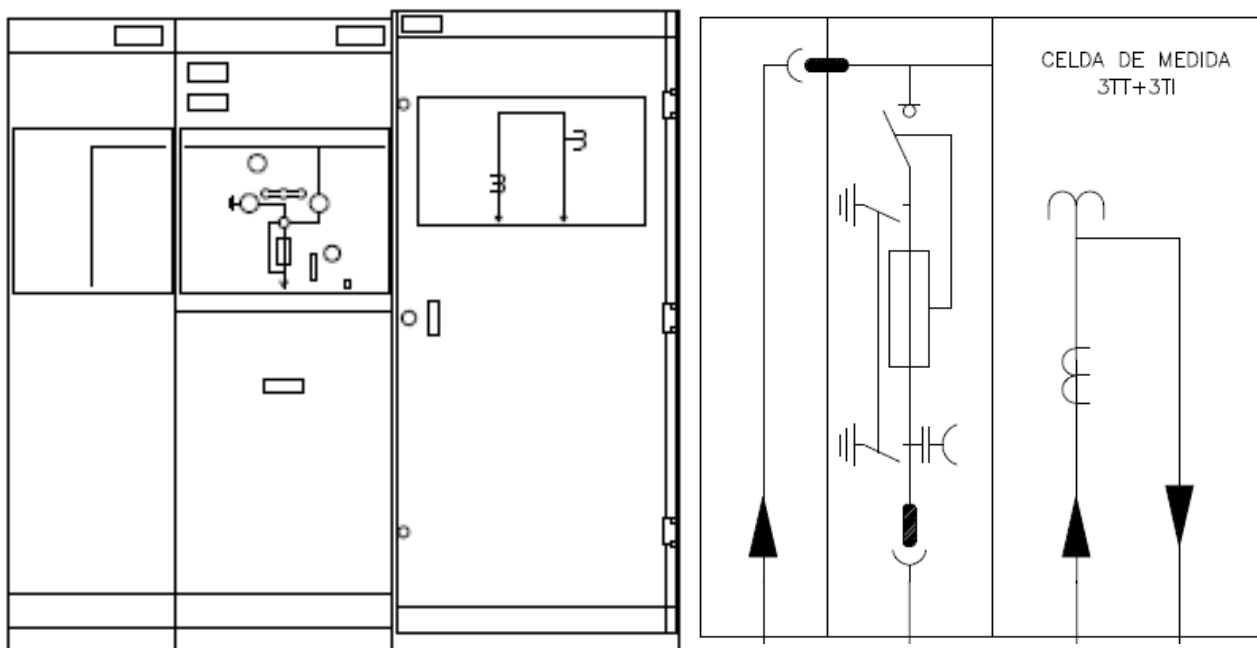


Figura 3. Vista frontal y esquema unifilar de las celdas del Centro de Transformación según el catálogo de Ormazabal [8]

2.1.10.4 Transformador

El centro de transformación se compone de un transformador con aislamiento seco, de marca COTRADIS (ver figura 4), con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 400 V en vacío (B2), equipado con:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (E_{cc}): 6%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Central electrónica de alarmas



Figura 4. Transformador utilizado por Ormazabal marca Contradis [8]

2.1.10.5 Cuadro de Baja Tensión

El cuadro de Baja tensión es el propio Cuadro General de Baja Tensión que se ubica en el mismo recinto del centro de transformación,

2.1.10.6 Interconexiones de MT.

Para la conexión de las celdas con el transformador se usan cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

2.1.10.7 Interconexiones de B.T.

Para la conexión en BT del transformados con el cuadro General de Baja tension se utilizan cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad $3(3(1x240))+2(1x240)$ mm² Al. RZ1 0,6/1KVA.

Estos puentes pertenecen ya al proyecto de legalización del B.T. del edificio.

2.1.10.8 Defensa del transformador.

El transformador dispone de una defensa metálica realizada con una malla metálica sujeta mediante angulares metálicos y anclados al suelo, con una altura de 2,20 m que impide el acceso al transformador.

Esta defensa dispone de un acceso al transformador para mantenimiento del mismo, que solo puede abrirse cuando las tierras del ruptofusible se encuentran cerradas, mediante un enclavamiento por medio de llave.

2.1.10.9 Equipos de iluminación.

El centro de transformación se equipa con un sistema de alumbrado compuesto por 6 luminarias estancas de LED de 23W y 2 equipos de alumbrado de emergencia de 400 lúmenes, con lo que se ilumina el CT con 250 lux en situación normal y 100 lux en emergencia.

2.1.10.10 Relés de protección, automatismos y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección al centro, ya que los prefabricados incorporan protecciones mediante fusibles.

2.1.10.11 Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. En los cálculos se justifican las configuraciones de puesta a tierra.

Tierra de Servicio.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado. En los cálculos se justifican las configuraciones de puesta a tierra.

2.1.10.12 Medida de la energía eléctrica

La medida de energía eléctrica se realizará con el estricto cumplimiento del Manual Técnico de Distribución de Iberdrola MT 2.80.14 referido a "INSTALACIÓN DE MEDIDA EN CLIENTES Y RÉGIMEN ESPECIAL DE A.T. (HASTA 132 kV)" [3]

Para ello se relacionan a continuación los aspectos más relevantes de esta instalación.

- ✓ Todos los elementos de medida estarán sometidos al control metrológico vigente.
- ✓ Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITCs vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.

- ✓ El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).

Características de los transformadores de medida de tensión.

Relación de transformación: $22000 \sqrt{3} / 110 \sqrt{3}$

Potencia: 25 / 6,5 VA.

Clase 0,2

Características de los transformadores de medida de intensidad.

Relación de transformación: 20-10 / 5

Potencia: 10 VA.

Clase 0,2 S.

- ✓ Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- ✓ Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- ✓ En cada transformador de medida se conectará a tierra un punto de su secundario. Si el entronque de la línea de Distribución es por el signo P1 del transformador de medida, se conectará a tierra el punto secundario s2.
- ✓ La carga de los transformadores de tensión se aproximará a la carga nominal, por lo que se colocan transformadores de 25/6,5VA.
- ✓ No existen devanados destinados a otros usos que no sean los de medida.
- ✓ Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de Iberdrola de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- ✓ Los transformadores de medida de intensidad son de gama extendida (S), y de doble relación, 20-10 / 5, para una potencia de contratación de 500 kW.
- ✓ Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y estarán normalizadas.
- ✓ Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm² de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA.
- ✓ Los cables de interconexión entre los transformadores de medida y el contador (armario de medida) serán apantallados, con la pantalla conectada a

tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Existirá una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los transformadores de intensidad y el devanado primario del transformador de potencia, conectándose la pantalla a tierra en ambos extremos.

- ✓ Los cables serán del tipo manguera con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y cuatro (4) conductores, para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión serán de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm².
- ✓ Los cables de interconexión de medida serán sin solución de continuidad entre los secundarios de los transformadores de medida y el dispositivo de verificación dispuesto en el armario de medida, sin cajas intermedias, y sin dispositivos de protección.
- ✓ El armario de medida será del tipo normalizados por Iberdrola según NI 42.73.01, de dimensiones 750mm x 500mm x 300 mm. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro. [3]
- ✓ El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm.(pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- ✓ Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran.
- ✓ Al ser un suministro Tipo 2 ($P = 500 \text{ KW} > 450 \text{ KW}$) dispondrá de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte, para lo que se instalara una toma para conexión telefónica mediante MODEM, con línea exclusiva para este fin.
- ✓ El acceso al armario de medida se realizará desde el exterior, mediante una puerta con cerradura normalizada por IB, con acceso exclusivo para IB sin dar servicio a otras instalaciones (excepto las propias del centro de transformación), con acceso libre en el frente del armario de al menos 1 metro entre este y cualquier obstáculo.

2.1.10.13 Instalación de protección contra incendios.

Según la RAT 7 al ser el transformador de aislamiento seco no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos. [5]

Para ello y en cumplimiento del CTE DB-SI, se justifican las medidas de protección contra incendios del centro de transformación.

- ✓ El centro de transformación se ubica en un local perteneciente a un edificio con uso docente.
- ✓ El local es de Riesgo bajo según SI-1 punto 2, al ser con transformador de aislamiento seco.
- ✓ La resistencia al fuego de la estructura portante es R90 al estar compuesta por una losa de hormigón de 30 cm de espesor.
- ✓ La resistencia al fuego de paredes y techos es > EI90 al estar compuesta por tabiques de ladrillo macizo, con enfoscado de 1 cm por ambas caras.
- ✓ No es necesario vestíbulo de independencia para acceder al C.T. por ser de riesgo bajo.
- ✓ No dispone de puertas que comunican con el edificio, siendo la puerta de acceso al C.T. solo accesible desde el exterior, por lo que esta puerta no tiene ninguna característica especial en lo que a resistencia al fuego se refiere.
- ✓ El recorrido de evacuación es inferior a 25 metros.
- ✓ Todos los elementos constructivos de techos y paredes son B-s1,d0 y de los suelos B_{FL}-s1, según se especifica en el apartado 4 de CTE SI-1.
- ✓ Se instalará un extintor de eficacia 21A-113B al ser local de riesgo especial (riesgo bajo).
- ✓ No se instalarán BIES en el interior del C.T.
- ✓ No se instalarán sistemas de extinción automático.
- ✓ El C.T. dispone de detectores de humo y temperatura, conectados con el sistema general de detección de incendios del edificio.
- ✓ Al ser el C.T. mediante transformador seco, no se instalarán fosos de recogida de aceite.
- ✓ Se instalarán equipos de alumbrado de emergencia que proporcionan un nivel mínimo de 5 lux.[4]

2.1.10.14 Instalación de medidas adicionales de seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- ✓ No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- ✓ Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la

pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

- ✓ Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- ✓ Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- ✓ El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.
- ✓ Se instala un sistema de alumbrado con el interruptor situado al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT. El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro. Igualmente se dota a la instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios que aporten un nivel mínimo de 5 lux, para garantizar la correcta maniobra del aparellaje en caso de falta de tensión.
- ✓ Se dotará al local del centro de transformación de los siguientes elementos de seguridad:

Carteles de “Primeros auxilios” y de “Las cinco reglas de oro”.

Banqueta aislante para tensiones de 24KV.

Guantes aislantes para tensiones de 24KV.

Pértiga con sistema de detección de tensión hasta 24KV. [S][5][6]

2.1.11 Grupo Electrónico

De acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en aplicación de la instrucción ITC-BT-28 se deberá instalar un suministro de socorro. Este suministro de socorro deberá estar dimensionado para poder proporcionar como mínimo un 15% del suministro normal previsto.[1]

Los grupos electrógenos son muy útiles para situaciones de demanda elevada y frente a cortes del suministro. Suelen estar formados por un motor de combustión interna que mueven un generador. Este motor es también el encargado de aportar energía mecánica al alternador mediante un acoplamiento. Empleando el combustible que contiene el grupo en un depósito aportará una carga que producirá que el alternador transforme esa energía mecánica en energía eléctrica.

Los distintos componentes de un grupo electrógeno y sus características son los siguientes:

- ✓ Motor de combustión interna. Se ha previsto un motor diésel para formar este grupo por sus mejores características calidad/precio frente a otros motores, ya sea por su menor consumo y/o por su gran eficiencia.
- ✓ Alternador. Se encarga de transformar la energía mecánica que produce el motor en energía eléctrica. Será de tipo síncrono y de 4 polos con una tensión constante con regulación electrónica.
- ✓ Acoplamiento. Es la unión entre el alternador y el motor de combustión.
- ✓ Cuadro de control. El cuadro de control permite conmutar de red a grupo, y viceversa, de manera manual o automática. La función automática detecta el corte de suministro en la red y arranca el grupo electrógeno, si se localiza tensión de nuevo en la red, la función automática conmuta a la red interrumpiendo la conexión del grupo. La función manual muestra en un panel las señales de los distintos sensores del grupo y las alarmas que se originen.
- ✓ Protección automática interruptor automático de 4x160A.
- ✓ Batería de acumuladores y cargador. Serán baterías de plomo-ácido con una capacidad de 90Ah. El cargador es el encargado de mantener las baterías a plena carga obteniendo el suministro de la red o del grupo.
- ✓ Depósito de combustible. Este deberá incorporar una doble pared para impedir las fugas de combustible y mantener una autonomía del grupo de 8 horas. Incorporará alarmas del sensor de nivel de combustible, bomba, etc. Se colocará cerca del grupo o en su lateral conectándolo con este mediante tubos con buenas propiedades mecánicas.
- ✓ Bancada. Aguanta el peso de todos los componentes del grupo incluidos en el mismo bloque y facilita la colocación y equilibrio de los mismos, sobre todo del motor y el alternador para un funcionamiento óptimo.
- ✓ Antivibratorios. Aíslan a la bancada de posibles vibraciones, colocándose estos bajo la bancada.
- ✓ Tuberías de escape. Dirigen los gases derivados de la combustión hacia el exterior del edificio, compuestas por un colector, un atenuador de -30dB, chimeneas, etc.

Para poder cumplir con las potencias previstas para el suministro de socorro se ha proyectado un grupo electrógeno de 100 KVA con lo que sus 80 KW de potencia suministrarán los 68190 W de carga simultánea prevista para el grupo. Además arrancará para reemplazar al suministro normal cuando la tensión disminuya por debajo del 70%. Las características y forma del grupo elegido se detallan en la tabla 5 y la figura 5.

MODELO: EMJ-110**FORMA CONSTRUCTIVA: FIJO / AUTOMÁTICO**

Marca del grupo	ELECTRA MOLINS
Tipo de cuadro de control	AUT-MP12
Potencia Máxima en servicio de emergencia por fallo de red (Potencia LTP "Limited Time Power" de la norma ISO 8528-1)	110 kVA 88 kW
Potencia en servicio principal (Potencia PRP "Prime Power" de la norma ISO 8528-1)	100 kVA 80 kW
Tolerancia de la potencia activa máxima (kW)	±5%
Intensidad en servicio de emergencia por fallo de red	159 A
Intensidad en servicio principal	144 A
Tensión	400 V
Nº de fases	3 + N
Precisión de la tensión en régimen permanente	±0,5%
Margen de ajuste de la tensión	±5%
Factor de potencia	0,8 - 1
Velocidad de giro	1.500 r.p.m.
Frecuencia	50 Hz
Variación de la frecuencia en régimen permanente	+4% -1%
Potencia de la resistencia calefactora (sólo en construcción automático)	1.000 W
Primer escalón de carga admisible	55 kW
Nivel sonoro medio a 1 m del grupo en sala no reverberante (El ruido en una sala "normal" aumenta de 3 a 5 dB por la reverberación)	93 dBA
Nivel sonoro a 1m del tubo de escape sin silenciador	107 dBA

Tabla 5. Características generales del Grupo Electrógeno del fabricante Electra Molins [9]



Figura 5. Grupo Electrógeno del fabricante Electra Molins [9]

El grupo electrógeno proyectado estará compuesto por un motor diésel y por lo tanto sólo podrá suministrar un 50% de la potencia mientras se produce un arranque. Por ello para disminuir la potencia a suministrar durante el arranque, se ha distribuido la

carga mediante una conmutación automática y un interruptor motorizado con temporizador previsto para el polideportivo, proporcionando una conexión progresiva de las cargas. Mediante este interruptor temporizado una vez exista una falta en el suministro se pone en marcha el grupo abasteciendo toda la iluminación y posteriormente pasado el tiempo establecido en el temporizador de este interruptor se abastecerá la carga prevista para el polideportivo, ya que su evacuación es mucho más sencilla. Esta conmutación se colocará en el CGBT y el proceso no durará más de 30s, considerándolo de corte largo al ser una interrupción de más de 15s. Además de acuerdo a la norma UNE-EN 6047-6-1 la conmutación deberá ser automática. Todo esto queda reflejado en el anexo de planos.

2.1.12 Cuadros de distribución

2.1.12.1 Cuadro General de Baja Tensión

Como se ha comentado anteriormente en el centro educativo existirá un Cuadro General de Baja Tensión situado en el local habilitado para el Centro de Transformación y alimentado desde este.

El Cuadro General de Baja Tensión tiene la finalidad de proteger las líneas de llegada desde el transformador y desde el grupo electrógeno, así como proteger las líneas de distribución a los cuadros secundarios.

Algunos servicios se alimentan directamente desde el cuadro general como son: ascensores, montacargas, grupos de presión de incendios, sala de calderas, grupo de presión de agua sanitaria, polideportivo y climatización del auditorio.

Las características de los cuadros son las que se detallan a continuación.

Fabricados según la norma UNE 20098 y UNE 20451.

Cara delantera completamente aislada, para la protección de los usuarios.

Ral 9001 que permite perfectamente su integración en cualquier ambiente y decoración.

Con puerta plena IP45.

Dimensiones: variables según el aparellaje instalado.

Capacidad: variables según el aparellaje instalado.

Constituidos por:

- ✓ Un fondo de cofret de chapa electrozincada de espesor 10/10.
- ✓ Un chasis desmontable.
- ✓ Un marco delantero soporte de tapas.
- ✓ Tapas de protección de material plástico, aislante y autoextinguible.
- ✓ Con borne de tierra/neutro (2 x 30) agujeros (14 x 10 + 15 x 16 + 1 x 35)
- ✓ Con etiquetas y portaetiquetas.
- ✓ Con obturadores: 4 de 16 pasos.

La envolvente del cuadro se ajustará a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3 con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

El grado de inflamabilidad del cuadro será 850° C para las partes que soportan partes activas y 650° C para todas las demás partes.

El cuadro estará instalado en lugares a los que no tenga acceso el público y estará separado de locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego.

Cumplirá que las instalaciones de alumbrado del local donde se reúne público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación al total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente de una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en el local que se alimentan por dichas líneas; cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y si procede contra contactos indirectos.

En los planos Nº 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25 del proyecto se pueden comprobar el diseño de los cuadros proyectados para este edificio.

2.1.12.2 Cuadros Secundarios (CS)

Los Cuadros Secundarios (CS) obtienen la alimentación del Cuadro General de Baja Tensión. La distribución de circuitos de alumbrado y fuerza quedará tal y como se indica en los esquemas unifilares adjuntos.

La estructura general de los Cuadros Secundarios se basará en una división de los dispositivos de protección por filas. En la fila superior se alojarán el interruptor general y los distribuidores; en posteriores filas se situarán los bloques de interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales junto a sus asignados interruptores automáticos de fuerza y alumbrado, dejando varios interruptores de reserva en cada uno de estos bloques para futuras modificaciones y/o ampliaciones. En la fila inferior se colocarán las bornas de salida.

Todos los circuitos derivados estarán protegidos en cabeza con diferenciales contra contactos indirectos e individualmente contra cortocircuitos y sobrecargas por medio de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar cuyo calibre máximo en relación con la sección de los conductores que protegen serán, en función del tipo de montaje o del tipo de aislamiento del conductor y del número de conductores con carga, los especificados en la tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523:2004.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC	*		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾							3x PVC			3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾									3x PVC		3x XLPE o EPR
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
300				360	404	423	484	524	565	640	821		

1) A partir de 25 mm² de sección.

2) Incluyendo canales para instalaciones - canaletas - y conductos de sección no circular.

3) O en bandeja no perforada.

4) O en bandeja perforada.

5) D es el diámetro del cable.

Tabla 6. Intensidades admisibles en amperios para el Cu Temperatura ambiente 40°C en el aire. Tabla A.52-1 de la norma UNE 20460-5-523. [1]

2.1.13 Líneas Eléctricas de baja tensión

La instalación del centro educativo contendrá diferentes líneas eléctricas dependiendo de la tensión del cable, variando también el tipo de aislamiento para unas líneas u otras.

La principal diferencia entre los cables de alta o media tensión con los cables de baja tensión son, que debido a su menor tensión, los cables de baja tensión generalmente no se componen de pantallas cambiando por ello la denominación.

Las diferentes capas y estructura de un cable de media tensión, donde se pueden apreciar esas pantallas metálicas, se muestran en la figura 6.

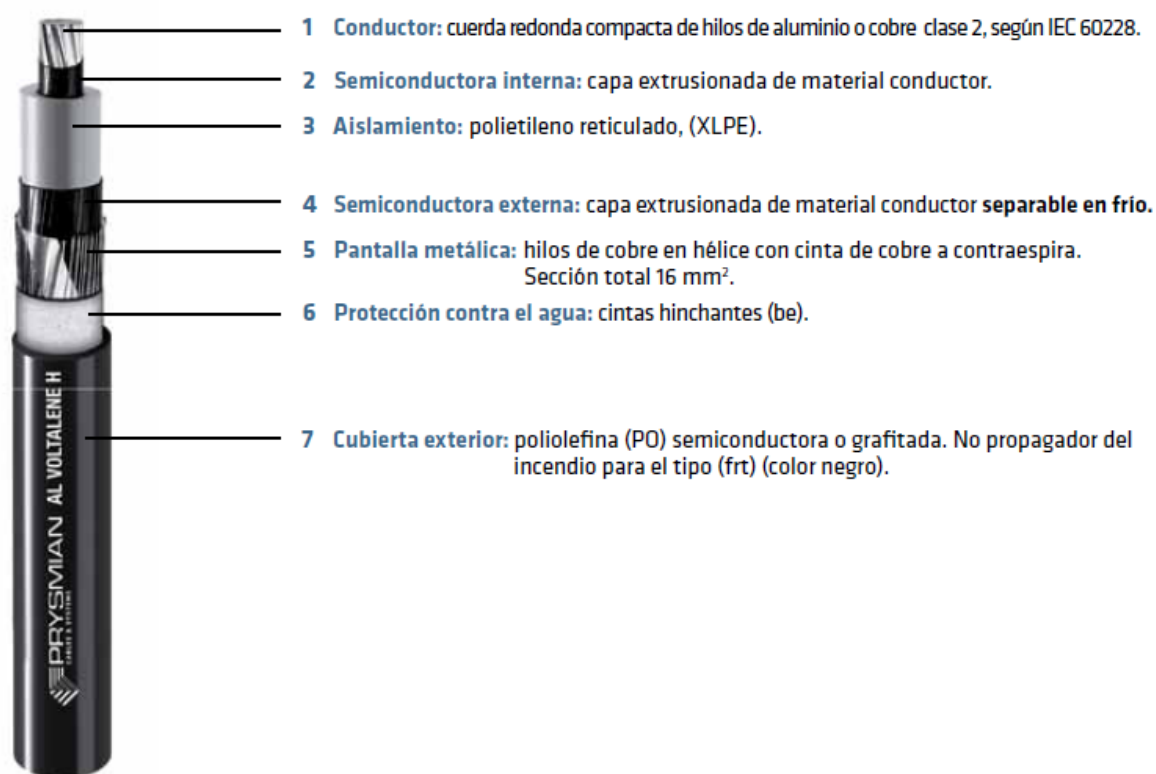


Figura 6. Estructura de un cable normalizada por distintas compañías de MT del fabricante Prysmian [10].

2.1.13.1 Línea General de Alimentación (LGA)

Las Líneas Generales de Alimentación (LGA) son las líneas que unen los bornes de baja tensión del Centro de Transformación y el Grupo Electrógeno con el Cuadro General de Baja Tensión CGBT.

Según la instrucción ITC-BT-28 del REBT en su apartado 4f establece que “*los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.*”

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002 (según tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-En 50.086-1, cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-En 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 partes 4 ó 5,

apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.” [1]

Por todo ello el cable utilizado para el suministro de energía normal que se realiza desde el centro de transformación ubicado en la planta sótano de este edificio y se alimenta desde la red de media tensión de IBERDROLA, debe coincidir con la denominación RZ1-0.6/1KV (AS).

Tipo RZ1- 0.6/1KV (AS)	Cable de tensión asignada de 600/1000 V, aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos (Z1). La temperatura máxima del conductor es de 90°C en servicio permanente, y 250°C en cortocircuito. UNE 21.123-4
------------------------------	--

Consideramos que el punto de partida de la alimentación del edificio son las bornas de Baja Tensión del transformador de 630KVA ubicado en el mismo CT del edificio.

Desde estas bornas se proyecta el tendido de una línea de alimentación de aluminio de las características siguientes:

Conductor: Al.

Sección: 3(3(1x240))+(2x240) mm² Al.

Denominación: RZ1 0,6/1KV

Canalización: Bandeja metálica de rejilla en disposición horizontal.

Todos los circuitos que parten del CGBT, tienen conductores de protección de 25mm², excepto los cuadros de alimentación a “CE-Cocina Red”, “CE-GPI red”, “CE-Caldera Red”, que llevarán los indicados en el esquema unifilar del CGBT.

Los circuitos “Ascensor red”, “Ascensor red”, “CE-GPI red”, “CE-Caldera red”, CE-Climatización auditorio red”, “Montacargas red”, “CE-Agua Sanitaria red” solo forman parte del alcance de este proyecto las líneas que partiendo del CGBT, alimenta a los cuadros secundarios, siendo estos últimos, suministrados e instalados por otros, así como los circuitos que partiendo desde los mismo alimentan a receptores.

Por otra parte, como se indicó en el apartado de catalogación del edificio, será necesario alumbrado de emergencia y suministro de socorro.

El suministro de energía se realiza desde una acometida en Baja Tensión del grupo electrógeno de 100 kVA en servicio de emergencia ubicado en la azotea del edificio.

Según la instrucción ITC-BT-28, citada anteriormente, para fuentes autónomas centralizadas, la acometida del grupo debe coincidir con la denominación RZ1-0.6/1KV (AS+) o SZ1-0.6/1KV (AS+) conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200.

Tipo RZ1-0.6/1KV (AS+)	Cable de tensión asignada de 600/1000 V, aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos (Z1). Con una resistencia al fuego de 842 °C durante 90 minutos descrito en la norma UNE-EN 50.200.
Tipo SZ1-0.6/1KV (AS+)	Cable de tensión asignada de 600/1000 V, de silicona especial (S) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos (Z1). Con una resistencia al fuego de 842 °C durante 90 minutos descrito en la norma UNE-EN 50.200.

La norma UNE-EN 50.200 no es una norma constructiva de un tipo de cable, sino que es una norma que especifica el método de ensayo comúnmente llamado de “resistencia al fuego”.

Por lo tanto los cables resistentes al fuego pueden corresponder a varios diseños (material de aislamiento, material de cubierta, etc.) completamente diferentes, siendo la condición final cumplir con el ensayo indicado en la mencionada norma UNE-EN.

La principal diferencia de ambos cables es su aislamiento, presentando el RZ1 una ventaja frente al SZ1 debido a un aislamiento robusto de gran resistencia al desgarrar y una gran resistencia a las llamas (superando los 950°C).

Además de ser resistentes al fuego, los cables utilizados para los circuitos de servicios de seguridad no autónomos o circuitos de servicios con fuente autónomas centralizadas, deben cumplir con el apartado 3.4.6 “Ensayos de reacción al fuego” de la norma UNE 21123-4 o UNE 21123-5.

Los cables con todas las propiedades descritas anteriormente se distinguen en el mercado por las siglas (AS+) y su apariencia se observa en la figura 7.

Las secciones de los conductores se han determinado de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de la misma, sea inferior al 4,5% de la tensión nominal para alumbrado y del 6,5% para fuerza.

Esta caída de tensión está considerada, alimentados todos los puntos susceptibles de funcionar simultáneamente, según indica la Instrucción ITC-BT 19/2.2.2.

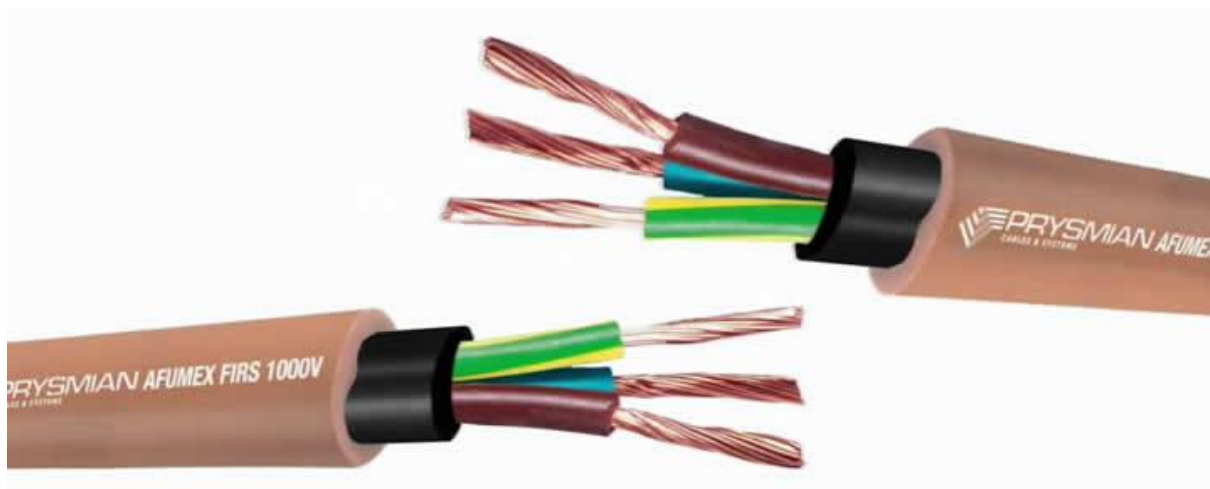


Figura 7. Conductor con la designación RZ1-K 0.6/1KV (AS+) del fabricante Prysmian [10].

Consideramos el origen de este suministro de socorro en las bornas del grupo electrógeno. Desde estas bornas se proyecta el tendido de una línea de aluminio de las características siguientes:

Conductor: Cu.
 Sección: 4(1x70) mm² Cu
 Denominación: SZ1 0,6/1KV (AS+)
 Canalización: Bandeja metálica ciega.

Partiendo desde el Grupo Electrógeno situado en la azotea del edificio (véase planos) con una línea de 4(1x70)mm² Cu bajo bandeja protegido con un interruptor automático de 4x160A, se llega al Cuadro General de Baja Tensión, donde hay instalada una conmutación automática entre Red y Grupo.

2.1.13.2 Líneas de Derivación Individual (LDI)

Las Líneas de Derivación Individual (LDI) conectan el Cuadro General de Baja Tensión con los Cuadros Secundarios (CS) siguiendo las especificaciones de la instrucción ITC-BT-15.

Para la instalación general del centro se emplearán conductores de cobre, y de acuerdo a la norma ITC-BT-28, con designación RZ1- 0.6/1 KV (AS).

Tipo RZ1-0.6/1KV (AS)	Cable de tensión asignada de 600/1000 V, aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos (Z1). La temperatura máxima del conductor es de 90°C en servicio permanente, y 250°C en cortocircuito. UNE 21.123-4
-----------------------	--

Además para las derivaciones a receptores se utilizarán conductores del tipo:

Tipos de cable		
Tipo	ES07Z1-K(AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 211 002
Tipo	ES05Z1-K(AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 300/500 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) (para conexionado interior de los cuadros eléctricos) UNE 211 002

Las derivaciones de los circuitos se realizarán en cajas de derivación de empotrar o en superficie con su correspondiente tapa.

Las derivaciones y uniones de los conductores en las cajas se realizarán mediante conectores ó clemas, para evitar en lo posible los falsos contactos.

Las secciones de los conductores se han determinado de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de la misma, sea inferior al 4,5% de la tensión nominal para alumbrado y del 6,5% para fuerza.

Esta caída de tensión está considerada, alimentados todos los puntos susceptibles de funcionar simultáneamente, según indica la Instrucción ITC-BT 19/2.2.2.

2.1.14 Canalizaciones

Las canalizaciones eléctricas sirven para contener y guiar los conductores eléctricos desde unos cuadros a otros, desde un cuadro a sus correspondientes receptores, etc. Asimismo proporcionan protección a los conductores, ya sea de daños químicos, mecánicos, humedad y altas temperaturas y ayudan a distribuir los conductores de manera uniforme.

Las canalizaciones están diseñadas y elaboradas para adecuarse a cualquier ambiente donde se precise tender un cableado eléctrico. Además según la instrucción ITC-BT-20 las canalizaciones deberán instalarse de forma que se faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

Las canalizaciones principales a utilizar para la instalación del centro serán tubos y bandejas, y en algunas zonas del edificio se usarán canaletas. Siguiendo las especificaciones de las instrucciones ITC-BT-20 e ITC-BT-21 el trazado de las canalizaciones se realizará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes. Los tubos se unirán entre sí, mediante uniones adecuadas que aseguren la continuidad de la protección que proporciona a los conductos. Las curvas serán continuas y no originarán reducciones de sección. Se valorarán registros en lugares que se estimen convenientes y en tramos rectos no habrá más de 15 metros entre dos de ellos. El mínimo de curvas en ángulo ubicadas entre dos registros consecutivos no podrá ser superior a 3.

2.1.14.1 Bandejas

Las bandejas portacables son un conjunto de elementos y accesorios asociados de metal u otro material, que forman un sistema estructural rígido empleado para soportar cables y guiarlos con buenas propiedades mecánicas.

Los conductores deberán estar aislados con cubierta, unipolares o multipolares según norma UNE 20460-5-52. Se recomienda su instalación con una tensión asignada de 0.6/1 KV. Las bandejas pueden soportar también cajas de empalme y/o derivación.

Para la fijación de las bandejas se utilizarán soportes con una separación, entre cada uno, de 1m en instalaciones horizontales o de 0.75 en caso de instalaciones verticales. En los puntos donde exista una gran agrupación de cables la separación entre soportes puede ser de 0.5 metros. Para poder fijar los cables las bandejas poseen aberturas sujetando estos mediante bridas cada cierta distancia, esta distancia debe ser adecuada para evitar que el cable no se ondule demasiado y prestando especial atención a esta distancia en trazados verticales.

Según las instrucciones ITC-BT-20 e ITC-BT-21 (y sus respectivas guías técnicas), las características mínimas de las bandejas son: una resistencia al impacto de 2 Joules, una temperatura de instalación y servicio entre -5 y 60 °C, con unas propiedades eléctricas mínimas de continuidad eléctrica y aislante, además de no propagador de llama entre sus características de resistencia a la propagación de la llama. [1]

De acuerdo a la norma UNE-EN 61537 las bandejas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada. Para ello se utiliza un conductor desnudo conectando las puestas a tierra pertinentes a las bandejas protegiendo la instalación contra contactos directos o indirectos. Sin embargo, las bandejas no se podrán utilizar como conductores de neutro o protección.

Existen diferentes tipos de bandejas, ya sean abiertas (como las de rejilla, figura 8) o cerradas (como las bandejas ciegas, con tapa, figura 9). Las características que determinan la selección de un tipo u otro son: las canalizaciones de tipo abierta permiten una mejor ventilación para los conductores reduciendo así el calentamiento de los mismos y son más accesibles, mientras que las canalizaciones cerradas proporcionan mayor protección de los cables frente a daños mecánicos o entornos húmedos o corrosivos pero son menos accesibles. Por ello, este tipo de canalización cerrada se utilizará en entornos con estas características.

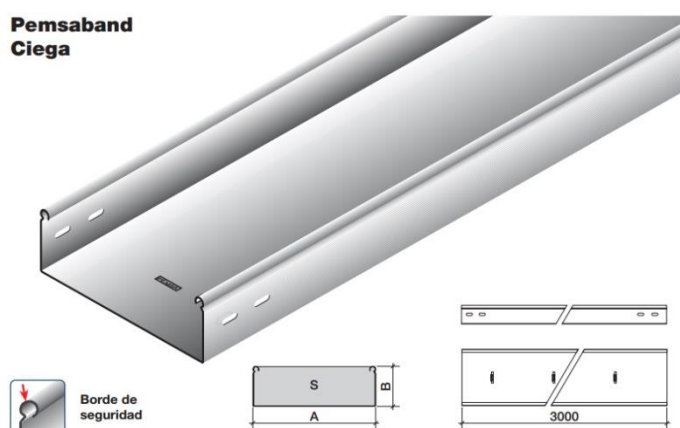


Figura 9. Bandeja ciega del fabricante Pensa-Rejiband [11].



Figura 8. Bandeja de rejilla del fabricante Pensa-Rejiband [11].

Para la instalación del centro educativo se utilizará preferentemente bandeja ciega por las condiciones comentadas, utilizando bandeja de rejilla en ambientes menos agresivos por su mejor relación calidad/precio e instalación más sencilla.

2.1.14.2 Canales protectores

Los canales protectores son materiales de instalación formados por un perfil de paredes perforadas o no perforadas, fabricado para alojar cables y cerrado por una tapa desmontable, según se indica en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Según la norma UNE-EN 50085-1, en las canales de grado IP4X o superior catalogadas como canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas, se podrá: utilizar conductor aislado de tensión asignada 450/700V, colocar mecanismos en su interior siempre que se fijen de acuerdo a la instrucciones del fabricante y realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos. Los de menor grado de protección se podrán abrir sin herramientas y sólo podrá utilizarse conductor aislado de baja cubierta estanca, de tensión asignada 300/500V. [1]

Al igual que las bandejas el trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación. Todas las características de este tipo de canalización se especifican en la instrucción ITC-BT-21.

2.1.14.3 Tubos protectores

Los tubos protectores son las canalizaciones más utilizadas en las instalaciones eléctricas. Los tubos se diferencian por su grado de flexibilidad y el tipo de material del que están fabricados, y sus características varían según el tipo de instalación (de superficie, empotrados, aéreos o enterrados).

Como se ha comentado, según la instrucción ITC-BT-21 *“será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren*

convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3

Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.” [1]

Según su grado de flexibilidad, los tubos pueden ser: rígidos, curvables y/o flexibles. Los rígidos son más complicados de curvar y es necesario hacerlo en caliente o son necesarias piezas aparte para empalmar en las curvas. Sin embargo ofrecen gran protección.

Otra clasificación importante es por el tipo de material del que están fabricados los tubos: metálicos o no metálicos. Los metálicos se fabrican en aluminio, hierro o acero; mientras que las no metálicas se fabrican de termoplásticos como el polietileno o el PVC.

- Tubos protectores metálicos

Los tubos metálicos son apropiados en locales de pública concurrencia, siguiendo las especificaciones de las instrucciones ITC-BT-28 e ITC-BT-29, tanto en instalaciones vistas como en instalaciones ocultas. Además de los materiales de los que están contruidos, pueden estar protegidos con tratamientos de zinc o PVC entre otros.

Los tubos metálicos rígidos no son fácilmente curvables, necesitando para ello cajas de empalmes para unir piezas como curvas, uniones, soportes, etc. Una vez colocadas todas las cajas y uniones, los cables se podrán extraer e introducir fácilmente.



Figura 10. Tubos protectores del fabricante Pensa-Rejiband [11].

Por todo esto, existen tubos metálicos flexibles, que al tener una capa superficial helicoidal, permite realizar curvas de manera más sencilla que los tubos rígidos.

- Tubos protectores no metálicos.

Los tubos no metálicos están formados por diferentes termoplásticos destacando los de PVC. Son apropiados para estar enterrados, empotrados o en contacto con el suelo según las especificaciones del fabricante para no perder su estanqueidad. Tienen buenas propiedades frente a la corrosión y la humedad, así como la resistencia al fuego y a diferentes agentes químicos.

Sin embargo no deben exponerse a temperaturas superiores a 50°C de forma continua ni instalarse en zonas donde puedan sufrir daños mecánicos.

Los tubos más utilizados en la instalación serán los tubos no metálicos flexibles que, con su diseño corrugado y helicoidal, permiten realizar canalizaciones desde un registro a otro sin empalmes con lo que facilita el montaje. Los conductores se introducen con gran sencillez, reduciendo tiempos en su instalación y por ello utilizándose preferentemente antes que los metálicos.

Además de todo lo anterior, existe una serie de tubos no metálicos libres de halógenos muy adecuados para locales de pública concurrencia y para la instalación que describe este proyecto.

Todos estos diferentes tipos de tubos se muestran en la figura 10 del fabricante Pensa-Rejiband.

Según la ITC-BT-21 el diámetro exterior de los tubos en función del mínimo de conductos y su sección será como mínimo la mostrada en la tabla 7.

INSTALACIÓN EMPOTRADA

S (MM²)	Diámetro Exterior (mm)				
	Numero de Conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4,0	12	16	20	20	25
6,0	12	16	25	25	25

Tabla 7. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los cables o conductores a conducir de acuerdo a la instrucción ITC-BT-21. [1]

En las tablas de cálculos adjuntas, hay una columna donde se especifica, para cada circuito, las medidas de los tubos seleccionadas.

2.1.14.4 Sistema de instalación.

Para la selección de las canalizaciones dependiendo del lugar y del tipo de instalación, y con las especificaciones de los apartados anteriores se seguirá la normativa de las tablas 8 y 9 de acuerdo a la instrucción ITC-BT-20.

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-
Conductores aislados		-	-	+	*	+	-	+	-
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+
+: Admitido -: No admitido 0: No aplicable o no utilizado en la práctica *: Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD									

Tabla 8. Elección de las canalizaciones según la instrucción ITC-BT-20. [1]

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aéreo		-	-	⊙	+	-	+	+	+

+: Admitido
-: No admitido
0: No aplicable o no utilizado en la práctica
⊙: No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

Tabla 9. Situación de las canalizaciones según la instrucción ITC-BT-20. [1]

El trazado de los conductores desde el CGBT hasta cada cuadro se realizará sobre bandeja de 400x60. El sistema de instalación desde cada cuadro a cada derivación de los distintos mecanismos irán bajo tubo protector y a la vez empotrado, empleándose distintos diámetros de acuerdo con la sección del circuito y número de conductores que se vayan a alojar en él.

Los circuitos se realizarán con conductores unipolares H07V-U, en instalación, bajo tubería de PVC corrugada con grado de protección 7 en parámetros y blindad tipo Forroplast en suelos, realizándose todos los empalmes y registros en cajas de PVC empotradas con tapa atornillada, especialmente diseñadas para este fin y con unas dimensiones mínimas de 100x100 mm.

Los mecanismos a emplear serán de primera calidad, de la marca y modelo indicada en presupuesto, con fijación por tornillos a caja de mecanismos universal.

2.1.15 Sistemas de protección eléctrica

Para proteger las instalaciones es necesario atender a los fallos por sobreintensidades y sobretensiones, así como incorporar protecciones contra contactos directos e indirectos para garantizar la seguridad de las personas y animales contra los choques eléctricos.

2.1.15.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito que incorpore la instalación estará protegido contra las sobreintensidades que puedan surgir en el mismo, además cumpliendo las disposiciones de la instrucción ITC-BT-22 el corte de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar originadas por diferentes causas.

- Por sobrecargas en los circuitos que, como su propio nombre indica, está originada por cargas superiores a las que el sistema de protección fue proyectado. El dispositivo de protección deberá actuar asegurando que no se sobrepase el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor. Este dispositivo deberá componerse por un interruptor automático de corte onmipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuados como sostiene la instrucción ITC-BT-22.
- Por cortocircuitos. Producidos cuando entran en contacto conductores correspondientes a distintas fases, entre sí o con tierra. Estos producen corrientes muy elevadas y deben despejarse rápidamente. El dispositivo de protección contra cortocircuitos se establecerá con una capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en ese punto. En instalaciones en las que existan circuitos derivados de una línea principal se admite que solo la línea principal disponga de protección contra cortocircuitos para todas las líneas derivadas.
- Por descargas eléctricas atmosféricas.[1]

La instalación de las protecciones para un esquema TT, utilizado en este proyecto, se resume en la tabla 10 con sus diferentes casos.

Circuitos	3 F + N								3 F			F + N		2 F	
	SN ≥ SF				SN < SF										
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TT	P	P	P	—	P	P	P	P ₍₃₎₍₁₎	P	P	P ₍₂₎₍₄₎	P	—	P	P ₍₂₎

Tabla 10. Aplicación de las medidas de protección según un esquema TT de acuerdo a la ITC-BT-22. [1]

Dónde:

P: significa que debe preverse un dispositivo de protección sobre el conductor correspondiente.

SN: sección del conductor de neutro.

SF: sección del conductor de fase.

(2): excepto cuando haya protección diferencial.

(3): en este caso el corte y la conducción del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

(4): en el esquema TT sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor de neutro no es distribuido, la detección de sobreintensidad puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, si existe sobre el mismo circuito aguas arriba, una protección diferencial que corte todos los conductores de fase y si no existe distribución del conductor de neutro a partir de un punto neutro artificial en los circuitos situados aguas abajo del dispositivo de protección diferencial antes mencionado.

(5): salvo que el conductor de neutro esté protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal sea netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

2.1.15.2 Protección contra sobretensiones

Las sobretensiones transitorias se originan como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas. El problema que la sobretensión puede causar en la seguridad de las personas e instalaciones es función de: una apropiada red de tierras y la organización regulación y características de los dispositivos de protección.

Las descargas atmosféricas producen sobretensiones mucho mayores que en el caso de las conmutaciones de red y son de corta duración, por tanto es admisible que si una instalación está protegida contra descargas atmosféricas también lo está contra sobretensiones provocadas por conmutaciones.

Según la instrucción ITC-BT-23 las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. Las categorías permiten lograr una coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Estas categorías se definen en la instrucción ITC-BT-23 como:

“Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, apartamentas (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Ejemplo: contadores de energía, aparatos de teledistribución, equipos principales de protección contra sobrecargas, etc.” [1]

Además la instrucción también determina que se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- *“Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias*
- *Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.” [1]*

En la tabla 11 se distinguen las diferentes categorías indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en KV, según la tensión nominal de la instalación.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (KV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	— —	8	6	4	2,5

Tabla 11. Tensión soportada a impulsos según la categoría de acuerdo a la ITC-BT-23. [1]

2.1.15.3 Protección contra contactos directos

Esta protección está destinada a proteger a personas frente a los peligros que pueden ocasionar un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar aparecen definidos en la instrucción ITC-BT-24, basada en las especificaciones de la norma UNE 20460-4-41.

Estos medios se describen en la instrucción como:

- *“Protección por aislamiento de las partes activas*
Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- *Protección por medio de barreras o envolventes*
Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.
Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.
Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas. Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:
 - *bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;*
 - *o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;*
 - *o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.*
- *Protección por medio de obstáculos*
Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.
Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.
Los obstáculos deben impedir:
 - *bien, un acercamiento físico no intencionado a las partes activas;*
 - *bien, los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.*

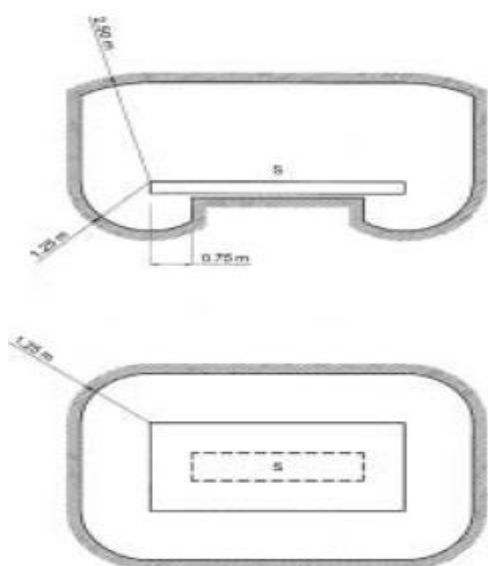
Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

- *Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento*
Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por convenio, este volumen está limitado conforme a la figura 9, entendiéndose que la altura que limita el volumen es 2,5 m.



Cuando el espacio en el que permanecen y circulan normalmente personas está limitado por un obstáculo (por ejemplo, listón de protección, barandillas, panel enrejado) que presenta un grado de protección inferior al IP2X o IP XXB, según UNE 20324, el volumen de accesibilidad comienza a partir de este obstáculo.

En los emplazamientos en que se manipulen corrientemente objetos conductores de gran longitud o voluminosos, las distancias prescritas anteriormente deben aumentarse teniendo en cuenta las dimensiones de estos objetos.

Figura 11. Volumen de accesibilidad según la ITC-BT-24. [1]

- *Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual*
Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la

desconexión paracorrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.” [1]

El volumen de accesibilidad al que se refiere el reglamento, se observa en la figura 11.

2.1.15.4 Protección contra los contactos indirectos

Esta protección tiene como objetivo asegurar que las partes no activas no queden bajo tensión por un fallo del aislamiento, evitando con ello un contacto indirecto de personas o animales. La instrucción ITC-BT-24 establece una tensión límite igual a 50V, añadiendo que en ciertas ocasiones pueden determinarse menores valores, como en las instalaciones de alumbrado público con 24 V, valores contemplados en el apartado 10 de la instrucción ITC-BT-9.

Esta protección se puede alcanzar mediante la utilización de alguna de las siguientes medidas:

- Protección por corte automático de la alimentación.
Esta protección está destinada a impedir que se mantenga una tensión de contacto de valor suficiente durante un tiempo tal que ocasione riesgos. El corte automático de la alimentación se ordena cuando existen peligros para las personas o animales en caso de falta.
Estos valores de tensiones y tiempos se recogen en la norma UNE 20572-1. Los diferentes aspectos de los sistemas de protección son función del esquema de conexión TT empleado en este proyecto, de acuerdo a la norma UNE 20460-4-41 y a la instrucción ITC-B-08. En el esquema TT la instalación debe aislarse de tierra o conectarse a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente elevado.
En esquemas TT se pueden utilizar dispositivos de protección de corriente diferencial-residual y dispositivos de máxima corriente como interruptores automáticos o fusibles, estos últimos siempre y cuando la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas tengan un valor muy bajo.
- Protección por empleo de equipos de clase II o aislamiento equivalente.
Los equipos de clase II cuentan con un aislamiento doble o reforzado para impedir la aparición de tensiones peligrosas en las partes accesibles de materiales eléctricos cuando se produce un defecto del aislamiento principal. El resto de características y revestimiento que tienen que cumplir las envolventes de estos equipos se describen en la norma UNE 20460-4-41.
- Protección en emplazamientos no conductores.
Esta protección busca impedir el contacto simultáneo con partes a tensiones diferentes en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas. Las masas deben estar preparadas para impedir que las personas hagan contacto simultáneo: con dos masas, con una masa y cualquier elemento conductor, etc., si ambos se encuentran a diferentes tensiones.

Según la ITC-BT-24 se efectuarán las medidas de protección por medio de obstáculos y/o por puesta fuera de alcance por alejamiento descritas en el apartado de protección contra contactos directos. Además se debe cumplir un aislamiento de los elementos conductores con una rigidez mecánica suficiente y que soporte una tensión de ensayo de 2000V como mínimo. Además, en las condiciones normales de empleo, la corriente de fuga no tiene que ser superior a 1mA.

La resistencia mínima de las paredes y suelos, así como las características del local y de las disposiciones adoptadas se describen también en la instrucción ITC-BT-24.

- Protección mediante conexiones equipotenciales no conectadas a tierra.
De acuerdo a la instrucción ITC-BT-24, la conexión equipotencial local que conecta todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles no debe estar conectada a tierra, ni a través de masas o elementos conductores ni directamente.
En el caso de existir en el local un suelo conductivo, aunque esté aislado del terreno, debe conectarse a la conexión equipotencial local para asegurar el acceso de personas al local sin que sufran una diferencia de potencial peligrosa.
- Protección por separación eléctrica.
Esta protección se basa en la alimentación a través de una fuente de separación como un transformador de aislamiento o un grupo motor generador que contenga una separación equivalente. La norma UNE 20460-4-41 expresa las prescripciones que debe cumplir esta protección.
Según expone la instrucción ITC-BT-24 en su apartado 4.5 *“en el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección. En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:*
 - *Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.*
 - *Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.*
 - *Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.”* [1]

2.1.16 Aparamenta de protección

2.1.16.1 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial (ver figura 12) funciona midiendo la diferencia de corriente entre la entrada y la salida de un circuito. Si cuando una persona toca un elemento

metálico conectado a la red que produce una derivación, esa diferencia entre las corrientes de entrada y de salida supera la sensibilidad del interruptor, este abre el circuito. Para que esto se produzca, el diferencial contiene internamente los conductores de entrada y de salida arrollados sobre un núcleo magnético en sentidos opuestos. El dispositivo mantiene el circuito cerrado mientras estas corrientes sean similares (al ser el flujo magnético nulo en el núcleo), pero si se produce una falta, el flujo es distinto de cero y mediante un electroimán se abre el circuito para proteger a personas de sufrir lesiones y despejar la falta.



Figura 12. Interruptor diferencial iD Acti 9 del fabricante Schneider Electric [12]

Estos dispositivos se detallan en la norma UNE-EN 60947-2 y los que incorporan protección contra sobrecargas en la norma UNE-EN 61009.

Los interruptores diferenciales se clasifican por su tensión y corriente nominal, poder de corte y sensibilidad. Para circuitos monofásicos el diferencial será de dos polos (bipolar), mientras que para los trifásicos se usará el de cuatro polos (tetrapolar). Los diferenciales se colocan sobre un carril normalizado DIN.

También, este dispositivo dispone de un botón de ensayo, el cual generalmente viene marcado con la letra T (del inglés “test”), para producir una diferencia de corriente y que el interruptor abra el circuito a modo de prueba de funcionamiento. Es recomendable probarlo periódicamente para garantizar el funcionamiento correcto de la protección.

De acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en este proyecto se instalarán interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30mA) en todos los Cuadros Secundarios (CS) para proteger a las personas y/o animales.

2.1.16.2 Interruptor automático

Los interruptores automáticos son dispositivos destinados para la protección de los circuitos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas. Estos disponen, como se muestra en la figura 13, de componentes de corte (los contactos fijos y móviles y la cámara apagachispas); de un mecanismo de enganche que se comunica con el dispositivo encargado de disparar y abrir el circuito en condiciones anormales de corriente, por ello está conectado a la maneta de activación; del elemento accionador del mecanismo de disparo que puede ser: un relé electrónico accionado desde transformadores de corriente, o usualmente un dispositivo magnetotérmico en el que un percutor electromagnético cuando existe un cortocircuito entra en funcionamiento, mientras una pletina bimetálica accionada térmicamente detecta condiciones de sobrecarga; y de un espacio para los distintos tipos de bornes.

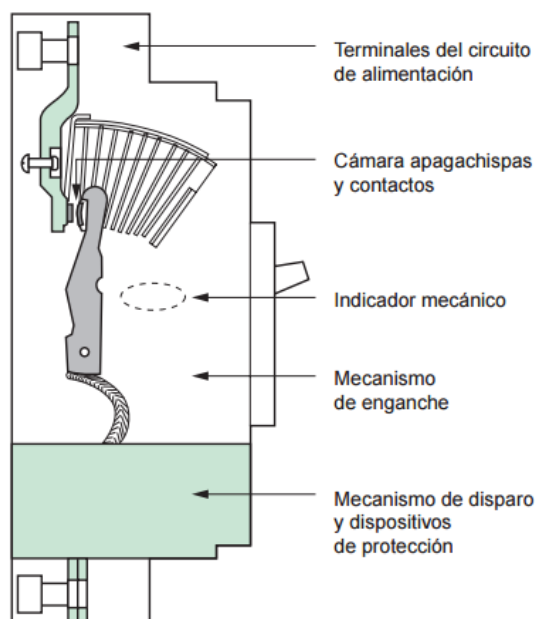


Figura 13. Componentes principales de un interruptor automático [13]

Estas protecciones se definen de acuerdo a las normas UNE-EN 60898 y UNE-EN 60947-2. Los automáticos se clasifican por su corriente y tensión nominal, márgenes de ajuste del nivel de corriente y poder de corte.

Existen tres curvas de disparo para los interruptores automáticos magnetotérmicos, cuyos disparos magnéticos (I_m) son función de la corriente asignada (I_n). Los valores normalizados de estas curvas según la guía técnica GUÍA-BT-22 son:

- Curva B: $I_m=(3;5)I_n$ (ente 3 y 5 I_n).
- Curva C: $I_m=(5;10)I_n$ (ente 5 y 10 I_n).
- Curva D: $I_m=(10;20)I_n$ (ente 10 y 20 I_n). [2]

De manera predeterminada se utilizan interruptores de curva C. Cuando se prevén transitorios significativos se utilizan automáticos de curva D, mientras que en ausencia de estos, se instalan automáticos de curva B.

Para la protección de motores existen otras zonas de actuación debido, sobre todo, a sus curvas de arranque. Algunas de estas curvas se describen en la figura 14.

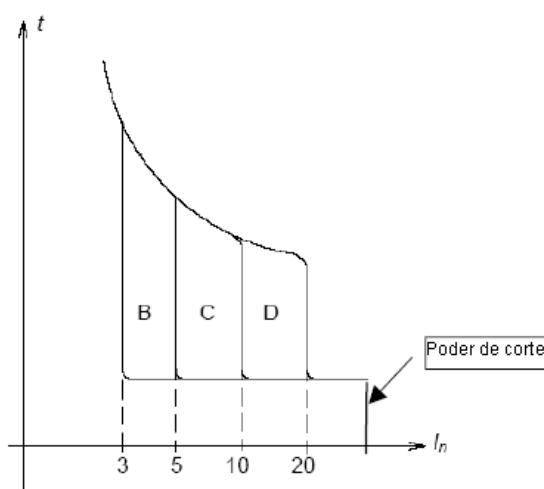


Figura 14. Curvas de disparo típicas de los interruptores automáticos según la GUÍA-BT-22. [1]

Estas protecciones, al igual que los diferenciales, se colocan sobre carriles DIN y serán tetrapolares para instalaciones trifásicas y bipolares para instalaciones monofásicas. Debido a que proporcionan una restricción más rápida del servicio que los cartuchos fusibles, se utilizarán preferentemente a estos, garantizándose así menor cantidad de cortes extensos.

La selección de los automáticos dependerá del tipo de instalación y la tensión nominal deberá cumplir, entre otras, la siguiente expresión de acuerdo a la guía técnica de aplicación GUÍA-BT-22.

$$I_B < I_n < I_Z$$

Siendo:

I_B : la corriente que circulará por el circuito según la previsión de cargas.

I_n : la corriente nominal a la que debe accionarse el interruptor automático.

I_Z : la corriente máxima admisible del conductor.[2]

2.1.16.3 Interruptor de corte en carga

Este interruptor es un dispositivo no automático de dos posiciones (abierto o cerrado) y se suele accionar manualmente. No aporta ninguna protección de los circuitos que controla.

Se utilizan para abrir y cerrar circuitos cargados sin defectos, por ejemplo, para mantenimiento. Se suelen colocar como interruptores generales de los cuadros secundarios cuando las líneas de alimentación están protegidas. Sino, será necesario un interruptor automático.

2.1.16.4 Cartucho fusible

Los fusibles basan su funcionamiento mediante la fundición controlada del elemento del fusible cuando se supera un valor dado de corriente para un intervalo de tiempo correspondiente. Estos dispositivos suelen introducirse dentro de portafusibles (ver figura 15) que los protegen del exterior. Además, debido a esa fundición del elemento del fusible, sólo pueden utilizarse una vez hasta que actúan y entonces deben ser sustituidos por otros nuevos.



Figura 15. Portafusibles del fabricante Schneider Electric [12]

Las diferentes curvas de fusión se clasifican con dos letras. La primera letra indica el margen de corte:

- Conexiones de fusibles “g”, tienen una capacidad de corte completa, tanto cortocircuitos como sobrecargas.
- Conexiones de fusibles “a”, tienen una capacidad de corte parcial.

La segunda letra indica el tipo de utilización, definiendo con exactitud las características tiempo-corriente. Según describe la GUÍA-BT-22 serán:

- G, para uso general.
- N, para protección de motores.
- Tr, para protección de transformadores.
- B, para protección de líneas de gran longitud.
- R, para la protección de semiconductores.
- D, con tiempo de actuación retardado. [2]

Estos dispositivos suelen emplearse para proteger los cuadros eléctricos contra sobretensiones y también como protecciones de centros de transformación y centros de seccionamiento.

2.1.17 Instalación de alumbrado

La iluminación para ambientes de trabajo como los de este centro educativo debe cumplir con las especificaciones del Código Técnico de la Edificación y más concretamente en su apartado HE-3. Por ello el alumbrado debe ofrecer en cada una de las zonas del centro garantías de seguridad y confort visual, así como se debe atender a los niveles medios de iluminación para cada zona, de tal manera que se instalen el número adecuado de aparatos de alumbrado evaluando la eficiencia energética y el consumo.

2.1.17.1 Conceptos básicos de iluminación

Para el cumplimiento de la normativa y para el cálculo luminotécnico son necesarios algunos conceptos básicos de iluminación.

La luz es una radiación que se propaga en forma de ondas electromagnéticas perceptibles por el ojo humano. Exactamente, las ondas cuya longitud de onda varía entre unos 400 y 800 nm son las que se perciben por el ojo humano. Las principales magnitudes para medir la luz e iluminación son las siguientes.

- El flujo luminoso (Φ) es la potencia luminosa emitida en todas direcciones por una fuente luminosa y se mide en lúmenes (lm).
- La intensidad luminosa (I) es el flujo emitido por una fuente de luz en una dirección determinada por unidad de ángulo sólido. Se mide en candelas (cd).
- La iluminancia (E) es por definición, el flujo luminoso recibido por una superficie. Su unidad de medida son los luxes (lx), que además estas unidades responde a la siguiente igualdad: $lx = lm/m^2$.
- La eficiencia luminosa es la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica consumida. Se expresa en lúmenes por vatio (lm/W).
- La luminancia (L) es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Se mide en cd/m^2 .

También son importantes otros parámetros para adecuar la iluminación de la instalación como el índice de deslumbramiento unificado (UGR), la iluminancia media (E_m), el índice de Rendimiento Cromático (Ra), la uniformidad y el Valor de Eficiencia Energética (VEEI).

El índice de deslumbramiento unificado (UGR) mide el grado de deslumbramiento molesto que provoca una luminaria. Este deslumbramiento molesto depende de la posición de las luminarias, del número de estas y de la luminancia entre otros factores.

La iluminancia media (E_m) es, como su propio nombre indica, un valor medio de iluminancia que se alcanza en una determinada zona.

El índice de Rendimiento Cromático (Ra) es una medida de la calidad de colores que es capaz de reproducir una fuente de luz. Se debe cumplir un valor superior a 80, basándose en el valor más alto (100) de la luz natural.

La uniformidad es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media en una zona de estudio.

El valor de Eficiencia Energética (VEEI) es un valor de la eficiencia que poseen las luminarias. Es una medida de la potencia por superficie y por cada 100 luxes de iluminancia.

Para cumplir la normativa y los valores de las anteriores magnitudes, existen diferentes tipos de lámparas.

- Lámparas incandescentes, emiten luz por la alta temperatura adquirida por un filamento de wolframio arrollado y situado en el interior de la lámpara. Existen dos tipos de lámparas incandescentes: las convencionales donde el wolframio se encuentra en una atmósfera de vacío, y las incandescentes halógenas que normalmente forman una atmósfera de yodo alrededor del filamento de wolframio. La eficacia de estas lámparas es reducida (10-20 lm/W), y su duración es de 1000 horas para las convencionales y de hasta 3000 horas para las halógenas.
- Lámparas o tubos fluorescentes: emiten luz mediante la descarga eléctrica a través de vapor de mercurio a baja presión, esto origina rayos ultravioleta que se transforman en luz visible al atravesar los polvos fluorescentes ubicados en el interior del tubo. Tienen una vida de 8000 horas aproximadamente y una eficacia de 100 lm/W. Hasta ahora había sido la más utilizada, pero empieza a sustituirse por el LED.
- Lámparas de inducción, emiten luz por la excitación de átomos de vapor de mercurio a baja presión producida por la inducción electromagnética de alta frecuencia de una bobina ubicada en el interior de la lámpara. Todo ello producirá la radiación que se transformará por polvos fluorescentes situados en el interior. La eficacia de estas lámparas es aproximadamente 70-80 lm/W y su vida útil de 60000 horas.
- Lámparas LED, como su propio nombre indica son diodos emisores de luz (del inglés "Light Emiting Diodes"). Las lámparas están compuestas por agrupaciones de "LED's" que emiten luz cuando una corriente eléctrica circula a través del material semiconductor del que se componen los diodos. Estas lámparas poseen una eficacia luminosa de aproximadamente 90-130 lm/W y una vida útil muy elevada entre 20000 y 60000 dependiendo del número de la lámpara. Este tipo de tecnología está sustituyendo a la fluorescencia, que había sido la más utilizada hasta el momento, gracias al ahorro energético y económico al reducir operaciones de mantenimiento por su elevada vida útil, a

la gran eficiencia energética, al ser más ecológico, etc. frente al resto de lámparas.

Para completar la instalación y todas sus características es importante mencionar las luminarias como elemento encargado de variar la distribución de luz (reflectores) o disminuir el brillo de la lámpara evitando el deslumbramiento (difusores). Las luminarias incluirán a las lámparas como equipo auxiliar y los accesorios necesarios para su sujeción

2.1.17.2 Alumbrado normal

Para lograr en el centro educativo un confort visual y ambientes adecuados para las personas y sobre todo atendiendo a que la estancia en las aulas se produce, generalmente, durante el día, será necesario cumplir con las especificaciones de la norma UNE 12464-1 para alumbrado de interiores. Esta norma determina los valores mínimos de iluminancia media (E_m), del índice de rendimiento cromático o de colores (R_a) y del índice de deslumbramiento unificado (UGR) que aparecen en la tabla 12.

6.2 Edificios educativos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R_a	Observaciones
6.2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	80	La iluminación debería ser controlable
6.2.2	Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
6.2.3	Sala de lectura	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
6.2.4	Pizarra	500	19	80	Evitar reflexiones especulares
6.2.5	Mesa de demostraciones	500	19	80	En salas de lectura 750 lux
6.2.6	Aulas de arte	500	19	80	
6.2.7	Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	90	$T_{CP} \geq 5\,000\text{ K}$
6.2.8	Aulas de dibujo técnico	750	16	80	
6.2.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80	
6.2.10	Aulas de manualidades	500	19	80	
6.2.11	Talleres de enseñanza	500	19	80	
6.2.12	Aulas de prácticas de música	300	19	80	
6.2.13	Aulas de prácticas de informática	300	19	80	Trabajo con EPV: véase el apartado 4.11
6.2.14	Laboratorio de lenguas	300	19	80	
6.2.15	Aulas de preparación y talleres	500	22	80	
6.2.16	Halls de entrada	200	22	80	
6.2.17	Áreas de circulación, pasillos	100	25	80	
6.2.18	Escaleras	150	25	80	
6.2.19	Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80	
6.2.20	Salas de profesores	300	19	80	
6.2.21	Biblioteca: estanterías	200	19	80	
6.2.22	Biblioteca: salas de lectura	500	19	80	
6.2.23	Almacenes de material de profesores	100	25	80	
6.2.24	Salas de deportes, gimnasios, piscinas (uso general)	300	22	80	Para actividades más específicas, se deben usar los requisitos de la Norma EN 12193
6.2.25	Cantinas escolares	200	22	80	
6.2.26	Cocina	500	22	80	

Tabla 12. Requisitos de iluminación en las distintas zonas de los edificios educativos según la norma UNE 12464-1. [1]

Además siguiendo las recomendaciones del Código Técnico de la Edificación (CTE) se instalarán detectores de movimiento en Aseos y Vestuarios y zonas de uso esporádico. Asimismo al tratarse de un edificio de uso diurno generalmente, se instalarán en todas las aulas detectores de presencia con regulación DALI (sistema de control de iluminación) con respecto al aporte de la luz natural, mejorando así la eficiencia energética. Para esta regulación serán necesarias luminarias con balastro electrónico DALI (un balastro estándar) variando el flujo de las lámparas para llegar al nivel de iluminación que determine el sensor.

Todos los cálculos se realizarán para una regulación del 100% en los equipos regulables.

Teniendo en cuenta los valores de la tabla anterior para las diferentes estancias del centro y obedeciendo a la normativa particular de la propiedad, se aplicarán los siguientes niveles de iluminación media:

✓ Recepción	150 lux
✓ Aseos	150 lux
✓ Distribuidores	150 lux
✓ Administración	300 lux
✓ Aulas	400 lux
✓ Comedor	300 lux
✓ Auditorio	300 lux

Por lo tanto siguiendo estas consideraciones y las características constructivas del local para esta actividad se han elegido:

- ✓ Luminaria de empotrar Philips modelo CoreView Panel RC165V LED 34S 41W.
- ✓ Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 37S 41W.
- ✓ Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 27S 28W.
- ✓ Luminaria de empotrar Philips modelo SchoolVision TBS477 1x54W.
- ✓ Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED22S 23W.
- ✓ Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED18S 19W.
- ✓ Downlight de empotrar Philips modelo LuxSpace DN571B LED24S 25W.
- ✓ Downlight de empotrar Secom modelo Ducto Medium 25W.
- ✓ Downlight de empotrar Philips modelo Coreline Proset RS141B LED6-32-/840 12W.
- ✓ Aplique de pared Philips modelo WL120V LED16S 24W.

2.1.17.3 Alumbrado de emergencia

Como se ha descrito en el apartado de catalogación del edificio, será necesario instalar iluminación de emergencia formada por alumbrado de seguridad. Este debe suministrar una iluminación tal que permita a los usuarios evacuar el edificio, visualizar las distintas señales de los equipos de protección, tratando de impedir situaciones de pánico. Las características de este tipo de alumbrado deben cumplir las especificaciones de la instrucción ITC-BT-28 y en el Código Técnico de la Edificación.

El alumbrado de seguridad, según la instrucción ITC-BT-28, contempla al alumbrado de evacuación, el de ambiente y el de zonas de alto riesgo.

- El alumbrado de evacuación es la parte del alumbrado de seguridad dispuesto para garantizar la identificación de los medios o rutas de evacuación. Para rutas de evacuación se debe proporcionar a nivel de suelo una iluminancia mínima de 1 lux y de 5 lux en los puntos donde estén situados los cuadros de distribución y los equipos de protección contra incendios que requieran utilización manual.
- El alumbrado ambiente o anti-pánico es la parte del alumbrado de seguridad encargada de evitar situaciones de pánico y producir una iluminación tal que los usuarios puedan reconocer y acceder a las rutas de evacuación, facilitando también la identificación de obstáculos.
- El alumbrado de zonas de alto riesgo es la parte del alumbrado de seguridad encargado de garantizar la seguridad de las personas que actúan en entornos peligrosos o realizan actividades peligrosas, asegurando la detención de los trabajos. Este alumbrado debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal.

2.1.17.3.1 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia.

Además según la citada instrucción, en su apartado 3.3 sobre los lugares en los que se debe instalar alumbrado de emergencia establece lo siguiente.

“Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- ✓ *En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.*
- ✓ *Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.*
- ✓ *En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.*
- ✓ *En los estacionamientos cerrados y cubiertas para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.*
- ✓ *En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.*
- ✓ *En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.*
- ✓ *En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.*
- ✓ *En toda intersección de pasillo con las rutas de evacuación.*
- ✓ *En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.*

- ✓ Cerca(1) de las escaleras, de manera que cada tramos de escaleras reciba una iluminación directa.
- ✓ Cerca(1) de cada cambio de nivel.
- ✓ Cerca(1) de cada puesto de primeros auxilios.
- ✓ Cerca(1) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- ✓ En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

(1) Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente.

En las zonas incluidas en los dos últimos apartados, el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran.

También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el DB-SI del Código Técnico de la Edificación.” [1]

El Código Técnico de la edificación en el documento básico de seguridad en caso de incendio en su apartado 2 y tabla 2.1 determina que locales y zonas son de riesgo especial:

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Tamaño del local o zona		
- Uso del local o zona	S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤ 200 m ³	200<V≤ 400 m ³	V>400 m ³
- Almacén de residuos	5<S≤15 m ²	15<S ≤30 m ²	S>30 m ²
- Aparcamiento de vehículos de una vivienda unifamiliar o cuya superficie S no exceda de 100 m ²	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P ⁽¹⁾⁽²⁾	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	20<S≤100 m ²	100<S≤200 m ²	S>200 m ²
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco		En todo caso	
refrigerante halogenado	P≤400 kW	P>400 kW	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	S≤3 m ²	S>3 m ²	
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P: total	P≤2 520 kVA	2520<P<4000 kVA	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	630<P≤1000 kVA	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		
Residencial Vivienda			
- Trasteros ⁽⁴⁾	50<S≤100 m ²	100<S≤500 m ²	S>500 m ²
Hospitalario			
- Almacenes de productos farmacéuticos y clínicos	100<V≤200 m ³	200<V≤400 m ³	V>400 m ³

Tabla 13. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios según el DB-SI2 del CTE [4].

- Esterilización y almacenes anejos	En todo caso		
- Laboratorios clínicos	$V \leq 350 \text{ m}^3$	$350 < V \leq 500 \text{ m}^3$	$V > 500 \text{ m}^3$
Administrativo			
- Imprenta, reprografía y locales anejos, tales como almacenes de papel o de publicaciones, encuadernado, etc.	$100 < V \leq 200 \text{ m}^3$	$200 < V \leq 500 \text{ m}^3$	$V > 500 \text{ m}^3$
Residencial Público			
- Roperos y locales para la custodia de equipajes	$S \leq 20 \text{ m}^2$	$20 < S \leq 100 \text{ m}^2$	$S > 100 \text{ m}^2$
Comercial			
- Almacenes en los que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida (Q_s) aportada por los productos almacenados sea ⁽¹⁾	$425 < Q_s \leq 850 \text{ MJ/m}^2$	$850 < Q_s \leq 3.400 \text{ MJ/m}^2$	$Q_s > 3.400 \text{ MJ/m}^2$
La superficie construida de los locales así clasificados no debe exceder de la siguiente:			
- en recintos no situados por debajo de la planta de salida del edificio			
con instalación automática de extinción	$S < 2.000 \text{ m}^2$	$S < 600 \text{ m}^2$	$S < 25 \text{ m}^2$ y altura de evacuación < 15 m
sin instalación automática de extinción	$S < 1.000 \text{ m}^2$	$S < 300 \text{ m}^2$	no se admite
- en recintos situados por debajo de la planta de salida del edificio			
con instalación automática de extinción	$< 800 \text{ m}^2$	no se admite	no se admite
sin instalación automática de extinción	$< 400 \text{ m}^2$	no se admite	no se admite
Pública concurrencia			
- Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc.		$100 < V \leq 200 \text{ m}^3$	$V > 200 \text{ m}^3$
<p>⁽¹⁾ Para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos directamente destinados a la preparación de alimentos y susceptibles de provocar ignición. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan.</p> <p>En usos distintos de <i>Hospitalario</i> y <i>Residencial Público</i> no se consideran locales de riesgo especial las cocinas cuyos aparatos estén protegidos con un sistema automático de extinción, aunque incluso en dicho caso les es de aplicación lo que se establece en la nota (2). En el capítulo 1 de la Sección SI4 de este DB, se establece que dicho sistema debe existir cuando la potencia instalada exceda de 50 kW.</p> <p>⁽²⁾ Los sistemas de extracción de los humos de las cocinas que conforme a lo establecido en este DB SI deban clasificarse como local de riesgo especial deben cumplir además las siguientes condiciones especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las campanas deben estar separadas al menos 50 cm de cualquier material que no sea A1. - Los conductos deben ser independientes de toda otra extracción o ventilación y exclusivos para cada cocina. Deben disponer de registros para inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores que 30° y cada 3 m como máximo de tramo horizontal. Los conductos que discurren por el interior del edificio, así como los que discurren por fachadas a menos de 1,50 m de distancia de zonas de la misma que no sean al menos EI 30 o de balcones, terrazas o huecos practicables tendrán una clasificación EI 30. <p>No deben existir compuertas cortafuego en el interior de este tipo de conductos, por lo que su paso a través de elementos de compartimentación de sectores de incendio se debe resolver de la forma que se indica en el apartado 3 de esta Sección.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los filtros deben estar separados de los focos de calor más de 1,20 m si son tipo parrilla o de gas, y más de 0,50 m si son de otros tipos. Deben ser fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza, tener una inclinación mayor que 45° y poseer una bandeja de recogida de grasas que conduzca éstas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad debe ser menor que 3 l. - Los ventiladores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 12101-3: 2002 "Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos." y tendrán una clasificación F₄₀₀ 90. <p>⁽³⁾ Las zonas de aseos no computan a efectos del cálculo de la superficie construida.</p> <p>⁽⁴⁾ Incluye los que comunican con zonas de uso garaje de edificios de vivienda.</p> <p>⁽⁵⁾ Las áreas públicas de venta no se clasifican como locales de riesgo especial. La determinación de Q_s puede hacerse conforme a lo establecido en el "Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales". Se recuerda que, conforme al ámbito de aplicación de este DB, los almacenes cuya carga de fuego total exceda de $3 \times 10^5 \text{ MJ}$ se regulan por dicho Reglamento, aunque pertenezcan a un establecimiento de uso Comercial.</p>			

Tabla 13. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios según el DB-SI2 del CTE [4].

2.1.17.3.2 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.

De acuerdo a la instrucción ITC-BT-28 se define el alumbrado de emergencia como: *“Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.”* [1]

De acuerdo a la guía de aplicación GUÍA-BT-28 se establece que: *“Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598-2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.”* [2] Estas normas de aplicación se nombran en la tabla 14.

Producto	Norma de aplicación
Luminaria para alumbrado de emergencia	UNE-EN 60598-2-22
Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia	UNE 20392
Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas incandescencia	UNE 20062
Nota: Las luminarias de emergencia deben tener un dispositivo de puesta en reposo integrado o a distancia con objeto de evitar la descarga de las baterías cuando no sea necesaria la iluminación de emergencia.	

Tabla 14. Normas de aplicación en función el proyecto según la GUÍA-BT-28. [2]

Los diferentes tipos de luminarias de alumbrado de emergencia se observan en la tabla 15.

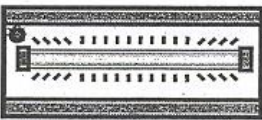
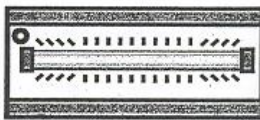
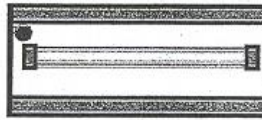
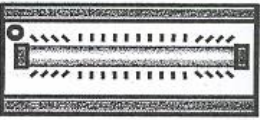
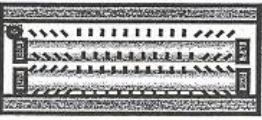
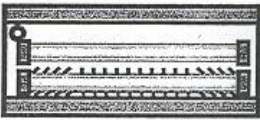
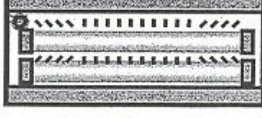
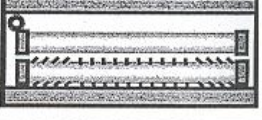
		CON TENSIÓN DE RED	CON FALLO DE RED
PERMANENTE Las lámparas para alumbrado de emergencia están alimentadas permanentemente, ya se requiera el alumbrado normal o el de emergencia.			
			
COMBINADO contiene 2 o más lámparas, de las que al menos una está alimentada a partir de la alimentación de alumbrado de emergencia y las otras a partir de la alimentación de alumbrado normal.	PERMANENTE		
	NO PERMANENTE		

Tabla 15. Tipos de alumbrado de emergencia según la GUÍA-BT-28 [2]

2.1.17.3.3 Marcado de los aparatos de emergencia

“En función de la construcción de la luminaria el marcado que debe aparecer sobre el aparato, se indica de la siguiente forma:

*	*	****	***
---	---	------	-----

1ª celda indica el TIPO de la luminaria:

X aparato autónomo.

Z aparato alimentado por fuente central.

2ª celda indica el MODO de funcionamiento

No permanente

Permanente

Combinado no permanente

Combinado permanente

Compuesto no permanente

Compuesto permanente

Satélite

3ª DISPOSITIVOS

A Dispositivo de verificación incorporado

B Con puesta en estado de reposo a distancia

C Con puesta en estado de neutralización

D Luminaria para zonas de alto riesgo

4ª celda, sólo en aparatos autónomos, indica la DURACIÓN en minutos

**60 1 hora (valor mínimo según el RBT)*

120 2 horas

180 3 horas.” [2]

2.1.18 Puesta a tierra

La red de tierras tienen como función principal limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados según se define en la instrucción ITC-BT-18.

La puesta a tierra consiste en la conexión en ausencia de fusibles o de otras protecciones, entre partes de un circuito eléctrico o elementos conductores de la instalación y una toma de tierra con un electrodo o conjunto de electrodos enterrados en el suelo. Con ella se deberá lograr que el conjunto de edificios, superficie e instalaciones próximas al terreno no surjan diferencias de potencial peligrosas y que posibilite el paso a tierra de las corrientes de descargas atmosféricas o las de defecto.

Según la instrucción ITC-BT-18 las partes típicas que forman la instalación de puesta a tierra son: tomas de tierra, conductores de tierra, bornes de puesta a tierra y conductores de protección.

- Tomas de tierra: están formadas por electrodos que son elementos metálicos tratados contra la corrosión enterrados en el suelo que facilitan la circulación de las corrientes de defecto y adquieren un potencial lo más cercano posible a tierra.
- Línea de enlace a tierra: une el electrodo con los puntos de puesta a tierra. Será soldado con el electrodo mediante soldadura aluminotérmica para eliminar la unión física entre los metales a enlazar y evitar los problemas de oxidación, corrosión y migración de iones que esto provoca, además de aumentar la consistencia de la unión y la conductividad.
- Borne de puesta a tierra: punto que sobresale del suelo y que se emplea para conectar la línea principal de tierra y la línea de enlace de tierra. Estos permiten realizar la desconexión y conexión entre estas líneas para efectuar la medida de los valores de puesta a tierra.
- Conductor de protección: destinado a unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, estableciendo una equipotencialidad al conjunto y asegurando la protección contra contactos indirectos.

Los principales tipos de electrodos son picas, conductores o placas, o combinaciones de los anteriores (anillos o mallas). Las descripciones de estos, así como las expresiones para el cálculo de la resistencia siguiendo las especificaciones de la instrucción ITC-BT-18 se detallan a continuación.

- Placas: son electrodos artificiales de acero recubierto de cobre o únicamente de cobre con una superficie rectangular. No deberán tener menos de 0.2 metros cuadrados de superficie en contacto con el suelo. La resistencia de tierra, descrita por la instrucción, para este tipo de electrodos es la siguiente:

$$R = 0.8 \rho / P$$

Siendo:

- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
 - P : perímetro de la placa (m)
 - R : resistencia de tierra (Ω)
- Picas: son electrodos artificiales cilíndricos de acero galvanizado, de cobre o de acero recubierto de otra capa de acero que se introducen en el terreno verticalmente. Su diámetro será de 14 mm como mínimo y su longitud deberá ser igual o superior a dos metros. La resistencia para este otro tipo de electrodos se expresa con la siguiente relación:

$$R = \rho / L$$

Siendo:

- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L : longitud de la pica (m)
- R : resistencia de tierra (Ω)

- Conductores: son electrodos artificiales consistentes en colocar, horizontalmente, una pletina, un cable, unos flejes, etc., desnudos en zanjas, enterrado a suficiente profundidad o debajo de la cimentación de los edificios. Los más utilizados son las pletinas de cobre o de acero galvanizado, los alambres de acero recubierto con una capa de 6 mm^2 de cobre y cable de cobre macizo o cableado. La resistencia de tierra que ofrece el conductor enterrado como electrodo responde a la siguiente expresión:

$$R = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo:

- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot \text{m}$)
- L : longitud del conductor(m)
- R : resistencia de tierra (Ω). [14]

Los puntos más críticos de la puesta a tierra a parte de los electrodos ya definidos, son las derivaciones y empalmes. La conexión de estos debe evitar la corrosión, para ello se utilizará la soldadura aluminotérmica. Este tipo de soldadura evita los problemas de oxidación y corrosión, y posee buena conductividad así como un alto punto de fusión para soportar los circuitos.

Para reducir mantenimientos y controles de la conductividad del terreno y no realizar periódicamente tratamientos químicos sobre el terreno, es recomendable sobredimensionar los electrodos de tal manera que garanticen la seguridad durante la vida de la instalación.

2.1.18.1 Esquemas de puesta a tierra

Existen diferentes esquemas de puesta a tierra que son necesarios conocer para seleccionar y evaluar una instalación. Además con ello se define el régimen de neutro de la instalación.

- Esquema TT

El sistema de puesta a tierra TT se caracteriza por la conexión a tierra del neutro del transformador, y que todas las masas de los equipos están conectadas a una tierra independiente por medio del conductor de protección. (Ver figura16)

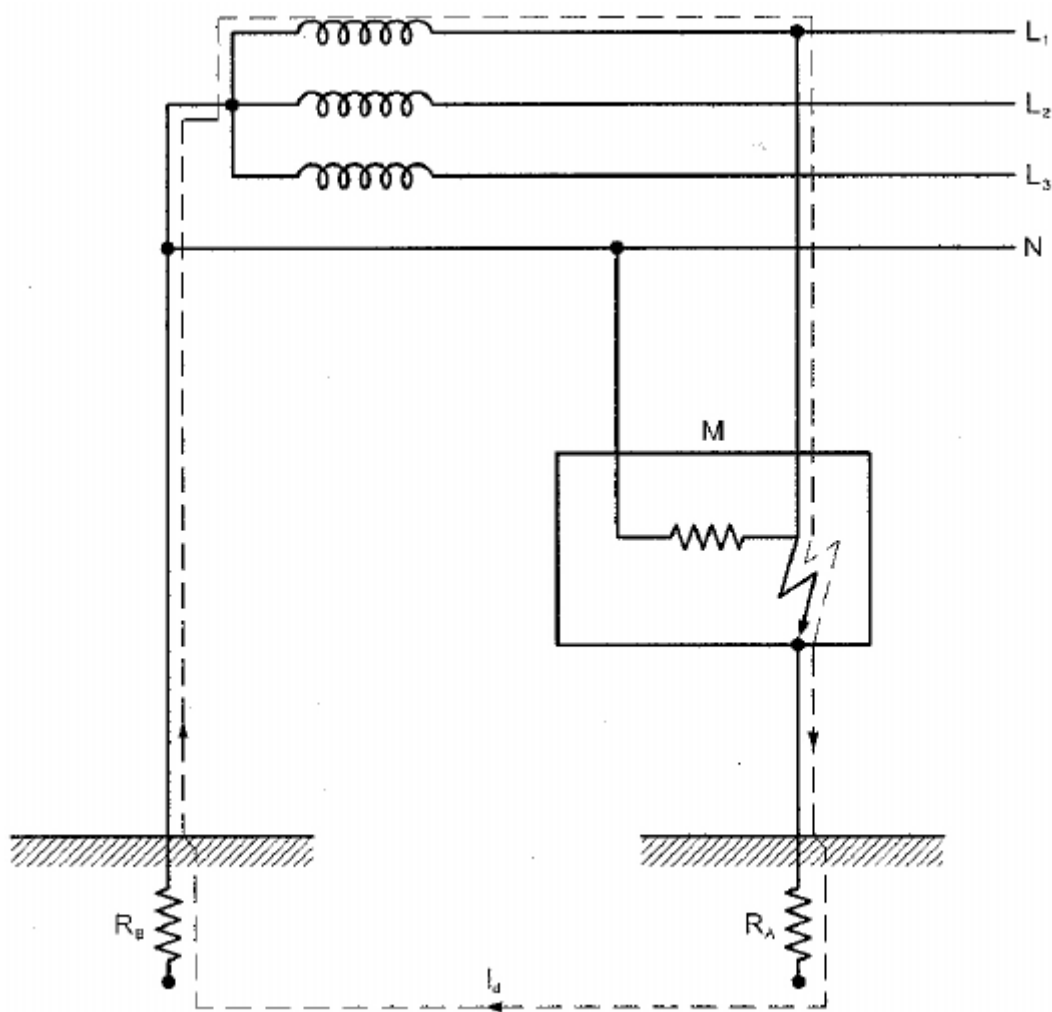


Figura 16. Esquema TT según la instrucción ITC-BT-24. [1]

Para este sistema se emplearán dispositivos de protección de máxima corriente (interruptores automáticos o fusibles) y dispositivos de protección de corriente diferencial-residual. La corriente estará limitada por la resistencia de tierra de la alimentación y de los equipos. Esta configuración se emplea normalmente en las instalaciones suministradas directamente por la red pública en distribución de baja tensión. Además su instalación es sencilla.

- Esquema TN

En este sistema las masas de los equipos y el neutro de la alimentación se conectan a la misma toma de tierra. Este esquema de conexión se denomina diferente cuando el cable de protección y el neutro son el mismo o cuando están separados. Cuando se emplean igualmente se denomina esquema TN-C (ver figura 17), mientras que cuando son independientes se designa como esquema TN-S. (Ver figura 18)

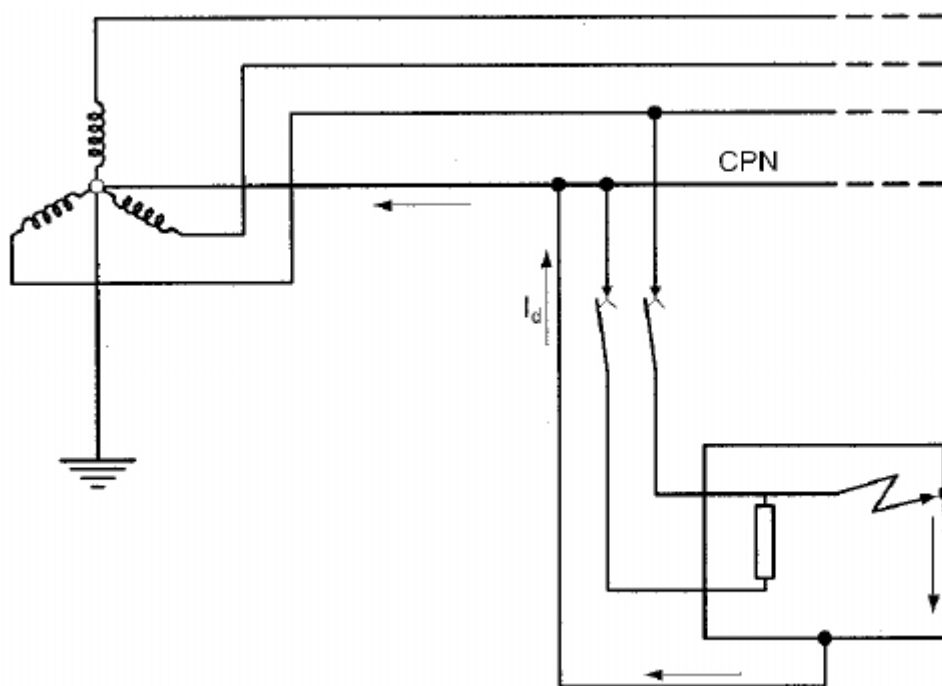


Figura 17. Esquema TN-C según la instrucción ITC-BT-24. [1]

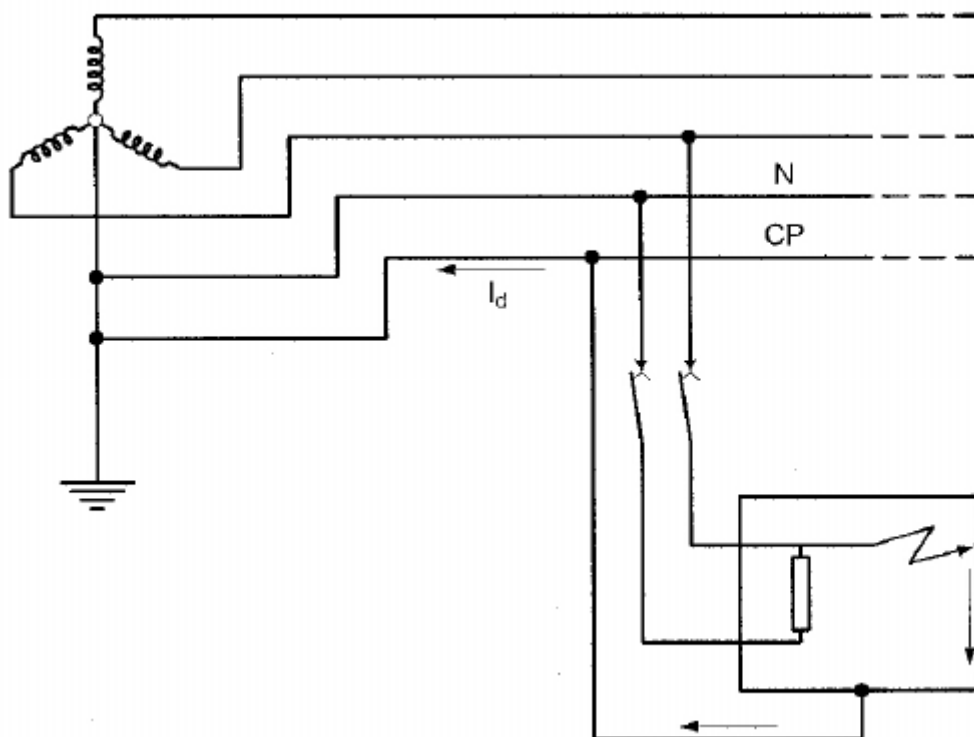


Figura 18. Esquema TN-S según la instrucción ITC-BT-24. [1]

Esta configuración se basa según la instrucción ITC-BT-24 en que una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para

garantizar que el potencial del conductor de protección se mantiene lo más cercano posible al de tierra en caso de fallo.

Los dispositivos de protección utilizados serán los mismos que los del sistema TT. En caso de una ampliación es necesario calcular y diseñar las protecciones y las impedancias de las líneas de nuevo.

- Esquema IT

Como se aprecia en la figura 19 en esta configuración el neutro del transformador está aislado de tierra mientras que las masas de los equipos se conectan a tierra.

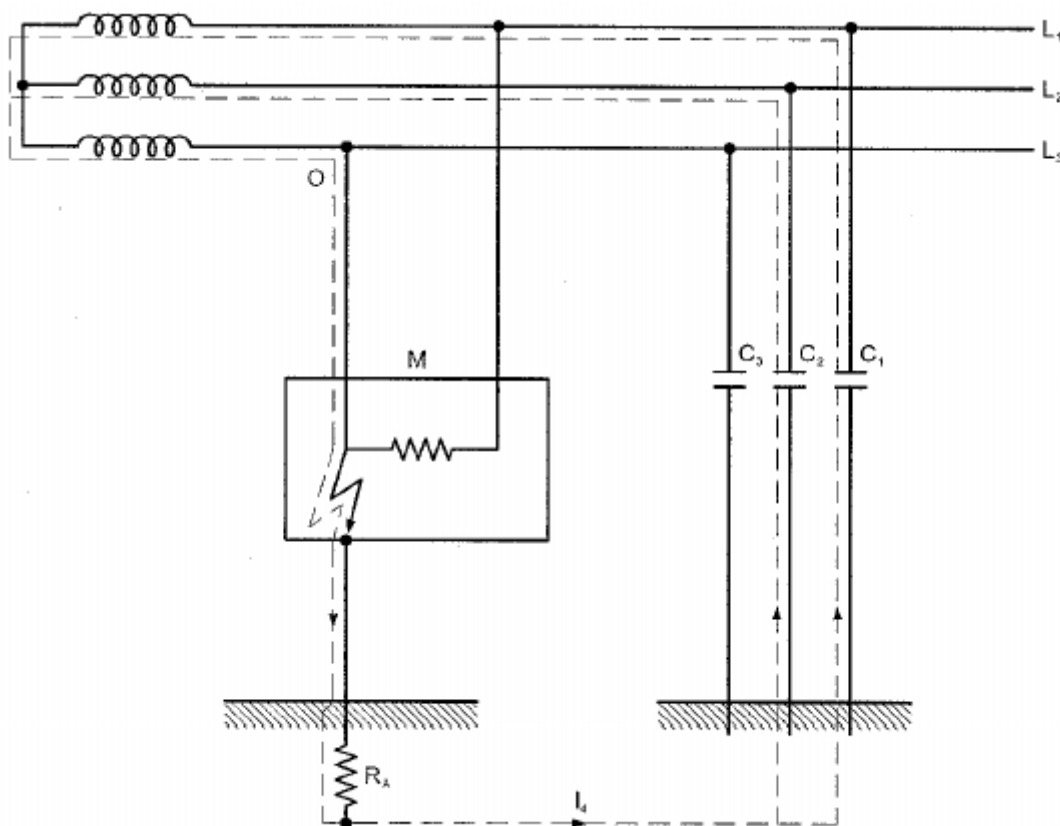


Figura 19. Esquema IT aislado de tierra según la instrucción ITC-BT-24. [1]

Al existir un único defecto a masa o a tierra, la corriente de fallo es de pequeña intensidad y no es imperativo el corte ni produce riesgos para las personas o equipos. Esto garantiza una continuidad del servicio.

Sin embargo, en caso de la aparición de un segundo fallo o dos fallos simultáneos, este debe ser despejado por las protecciones.

En el esquema IT se utilizan los siguientes dispositivos de protección: contadores permanentes de aislamiento, dispositivos de protección de corriente diferencial-residual y dispositivos de protección de máxima corriente.

2.1.18.2 Sistema de puesta a tierra del centro de enseñanza

Para el Centro Educativo se tendrán en cuenta las siguientes redes de puesta a tierra, algunas de ellas unidas.

- Red de puesta a tierra de protección de media tensión.
- Red de puesta a tierra del neutro del transformador.
- Red de puesta a tierra de protección de baja tensión.
- Red de puesta a tierra de la estructura del edificio.
- Red de puesta a tierra del sistema de protección contra el rayo.

2.1.18.2.3 Red de puesta a tierra de protección de media tensión

Esta red de puesta a tierra conectará los elementos metálicos y las masas de la instalación de media tensión que no estén conectados a tierra. Es especialmente importante que esta red de tierra sea independiente del resto, sobre todo, para no transferir los posibles problemas de media y alta tensión a la instalación de baja tensión, ya que las faltas en media pueden ser de elevado voltaje.

También se unirá a esta tierra el mallazo equipotencial instalado en el local del Centro de Transformación cubierto además por una capa de hormigón.

Toda esta red de tierra cumplirá con lo dispuesto en el de alta tensión en su instrucción ITC-RAT 13. [5][6][7]

2.1.18.2.4 Red de puesta a tierra de neutro del transformador

Por lo descrito anteriormente, esta red de puesta a tierra deberá ser independiente de la red de puesta a tierra de alta tensión. A su vez será independiente de las demás puestas a tierra de baja tensión ya que el esquema utilizado es un sistema TT.

Por ello, el neutro del transformador tendrá su propia puesta a tierra para estabilizar el sistema y establecer las protecciones de corriente diferencial-residual.

Además el neutro del grupo electrógeno tendrá al igual que el transformador su propia puesta a tierra independiente.

2.1.18.2.5 Red de puesta a tierra de protección de baja tensión

Se ha dispuesto de dos líneas de conductores de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ 0,6/1kV RZ1-K, que parten desde la pletina de puesta a tierra del CGBT y desde las cuales parten líneas constituidas por conductores de $1 \times 25 \text{ mm}^2$ 0,6/1kV RZ1-K a cada uno de los cuadros secundarios.

La pletina de puesta a tierra del cuadro general está conectada a los electrodos de la red de puesta a tierra de la estructura del edificio mediante un conductor de cobre de 25 mm^2 de 0,6/1kV RZ1-K, disponiéndose de un puente de medida y comprobación.

En el tramo de conexión del anillo al embarrado general de Puesta a Tierra de baja Tensión en el Cuadro General, se instalará un puente de comprobación, para medir la resistencia del sistema.

Conectado con el anillo general, se proyecta la Red de Tierras de todos los elementos y accionamientos eléctricos del edificio susceptibles de quedar sometida a tensión, con arreglo a los siguientes criterios:

- ✓ Partiendo del embarrado general de Puesta a Tierra del Cuadro General, se tenderán los conductores de protección a los cuadros secundarios del edificio en forma de radial.
- ✓ Desde las barras de tierra de los cuadros partirán los cables de puesta a tierra de los circuitos horizontales de distribución, hasta conectarse en las bornas de Puesta a Tierra de los consumidores.
- ✓ Todos los circuitos eléctricos del edificio, tanto de alumbrado como de fuerza, dispondrán de conductor de protección. Tendrán la misma sección que la de los conductores activos, discurrirán por las mismas canalizaciones y serán plenamente identificables por sus colores reglamentarios, verde-amarillo.

2.1.18.2.6 Red de puesta a tierra de la estructura del edificio

La red de puesta a tierra de la estructura del edificio conectará todas las armaduras de muros y soportes de hormigón y la estructura metálica entre sí y con tierra. La red se realizará mediante un cable de cobre desnudo de 25 mm² enterrado a una profundidad entre 50 y 80 cm por debajo de la primera solera.

Como electrodos de puesta a tierra se emplearán picas de 2m de longitud unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Esta soldadura se utilizará en las conexiones a las armaduras metálicas, las uniones entre cables y enlaces con arquetas de conexión de otras redes.

2.1.18.2.7 Red de puesta a tierra del sistema de protección contra el rayo

La red de puesta a tierra del sistema de protección contra el rayo tiene como objetivo evitar diferencias de potencial peligrosas drenando la corriente del rayo a tierra.

Se realizará mediante bajantes de cable de cobre desnudo de 50mm² y picas de cobre de 2 mteros de longitud.

2.1.19 Pararrayos

La instalación de un pararrayos para la protección frente a descargas atmosféricas depende de la frecuencia esperada de impactos que según el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad de Utilización apartado 8 se instalarán protecciones contra el rayo cuando esta frecuencia sea superior al riesgo admisible de impacto. El Código Técnico establece el mapa que aparece en la figura 20 referente a los impactos de rayo en España.

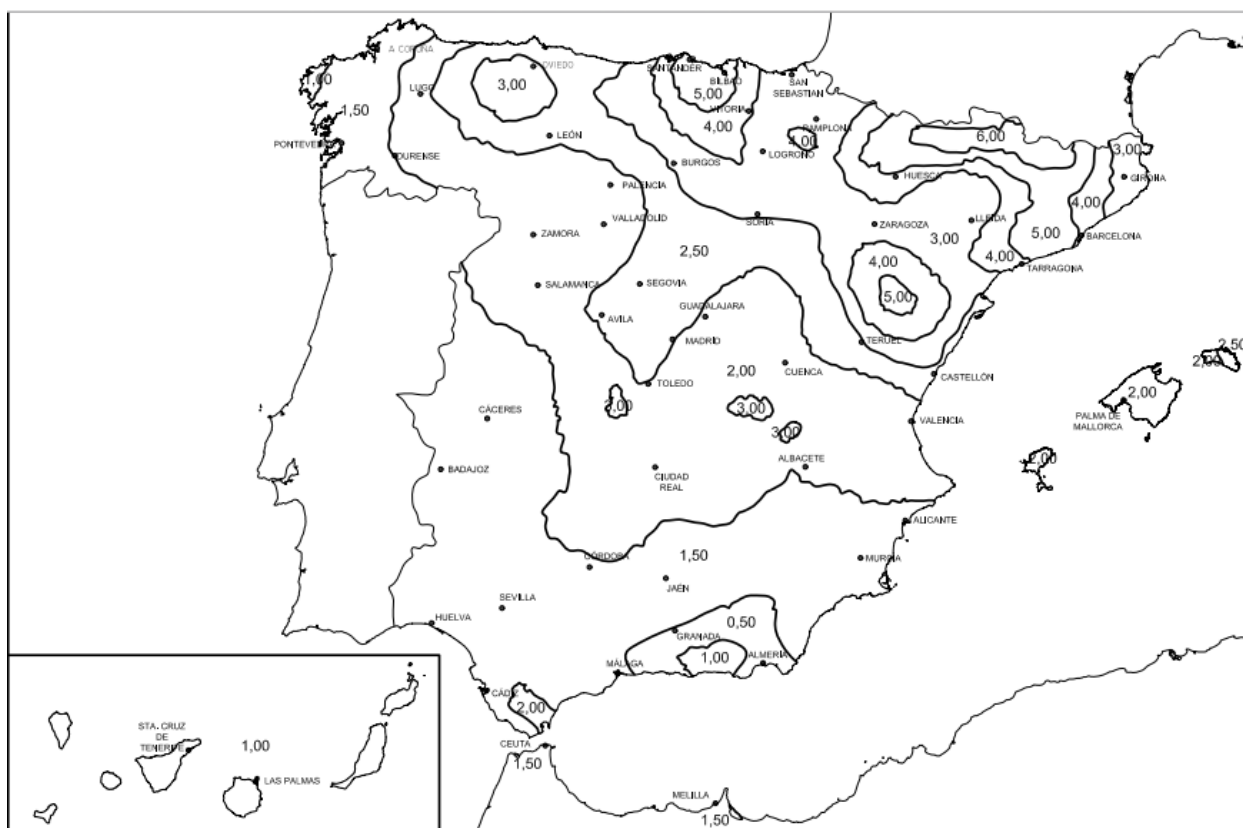


Figura 20. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno español según el CTE-DB-SU-8. [4]

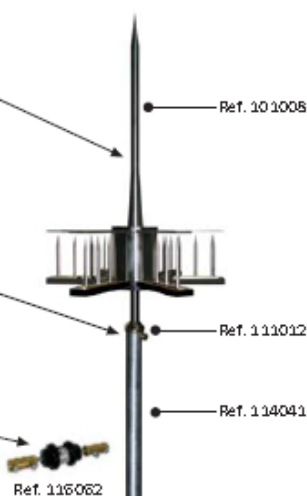
Analizando la frecuencia de impactos en el terreno del centro educativo situado en Madrid, al ser superior al riesgo máximo admisible de impacto será imprescindible la instalación de un sistema de protección contra el rayo con una eficiencia de nivel 3 para proteger el centro.

Los pararrayos están compuestos por los siguientes sistemas (ver figura 21):

- ✓ Un sistema de captación que, como su propio nombre indica, tiene como objetivo atraer la descarga. Las cabezas de captación son fabricadas con acero inoxidable para evitar la corrosión y no perder eficacia.
- ✓ Un sistema de conductores de bajada que es una red conductora que une el sistema de captación con el sistema de puesta a tierra del pararrayos. El conductor es el encargado de derivar la corriente del rayo a tierra y será de cobre de como mínimo 50 mm² de sección.
- ✓ Un sistema de puesta a tierra que se encarga de evitar diferencias de potencial peligrosas drenando la corriente del rayo a tierra. La resistencia debe tener un valor inferior a 10Ω. Esta toma de tierra puede conectarse a la toma de puesta a tierra del edificio o tener la suya propia independiente con una distribución de electrodos que cumpla ese valor de resistencia.

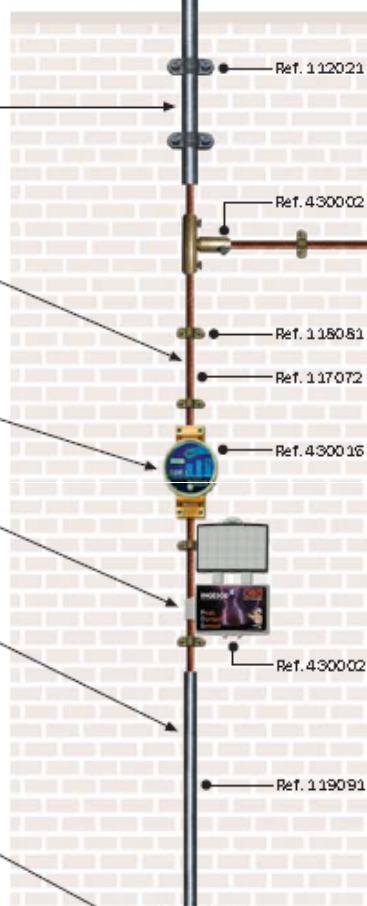
SISTEMA DE CAPTACIÓN

- Fijar el eje central del captador a la pieza de adaptación del pararrayos al mástil.
- Pasar el cable conductor de bajada por el interior del mástil y conectarlo a la base de la pieza de adaptación, fijándolo mediante dos tornillos allen.
- Acoplar la pieza de adaptación dentro del mástil, fijarla con su tornillo.
- Conectar mediante vía de chispas todas las estructuras metálicas que se encuentren dentro de la distancia de seguridad.



BAJANTE DEL PARARRAYOS

- Anclar el mástil a la estructura mediante el soporte más adecuado, si fuera necesario, fijar el mástil mediante vientos a la cubierta.
- Fijar el cable de la bajante mediante abrazaderas de fijación, procurando que quede bien tensado y tomando como referencia tres fijaciones por metro.
- Instalar el contador de rayos **CDR-1** en la parte inferior de la bajante, dos o tres metros por encima del suelo.
- Instalar la tarjeta **PCS** en el cable conductor de bajada.
- Proteger la parte inferior de la bajante mediante un tubo de protección de dos metros como mínimo.



SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- Instalar el puente de comprobación en arqueta para poder desconectar la toma de tierra y realizar la medición de su resistencia.
- Escoger el sistema de puesta a tierra más adecuado según el tipo de terreno.
- Conectar mediante vía de chispas la toma de tierra del pararrayos y la red general de tierras del edificio a proteger.

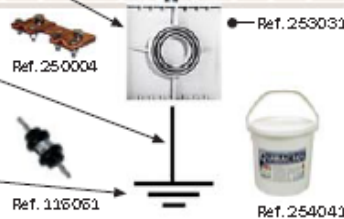


Figura 21. Sistemas de instalación de protección contra el rayo del fabricante INGESCO [15]

2.1.19.1 Pararrayos seleccionado para el centro educativo

Para proteger todo el edificio del centro educativo se han previsto dos pararrayos con dispositivo de cebado y que cada uno proporciona un radio de protección de 84m. El conductor empleado en la bajante será de 70 mm², y conectándose a la puesta a tierra de la estructura del edificio ya que la colocación de la puesta a tierra de estos aislada entrañaría un elevado riesgo en la única zona libre para realizarla y el riesgo de colocarlo en la puesta a tierra del edificio era mucho menor al poseer una tierra muy favorable. De tal manera que se realizará la toma de tierra de la protección contra el rayo con 3 picas de cobre de 2m de longitud dispuesta en forma de “pata de gallo” y de cada una de estas picas la conexión a la red de puesta a tierra de la estructura del edificio. Además, para combatir las sobretensiones que se puedan producir en la instalación, se emplearán, en los cuadros eléctricos, limitadores de sobretensiones.

2.1.20 Desclasificación del Garaje

Ya que el garaje puede considerarse un local con riesgo de incendio o de explosión es necesario analizar cómo se puede considerar el garaje incluido en el presente proyecto de cara a las características de las instalaciones eléctricas en volúmenes peligrosos.

Por ello para realizar la instalación en un garaje sin tener en cuenta que es un local con Riesgo de Incendio o Explosión se debe justificar una desclasificación de zonas según lo especificado en la instrucción ITC-BT-29 y la norma UNE-EN 60079-10.

Según esta instrucción se puede clasificar los emplazamientos de la siguiente manera:

- ✓ *“Clase I: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.*
- ✓ *Clase II: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable.” [1]*

Con lo que en el caso del centro educativo se le puede considerar de clase I al garaje. Y además la instrucción distingue las siguientes zonas dentro de la clase I.

- ✓ *“Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva construida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.*
- ✓ *Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.*
- ✓ *Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por*

una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.” [1]

Por ello, el establecimiento objeto de estudio podría considerarse de clase I zona 2. Además, ya que el garaje está destinado al estacionamiento exclusivo del personal docente del centro de conformidad a lo establecido en el punto 11 “Garajes y estacionamientos” incluido en el Acta de la reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del R.E.B.T. (R.D. 842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid celebrada en la D.G.I.E.M. el 28/11/03 en el que se indica que se considerará como “garaje a aparcamientos de vehículos correspondientes a oficinas sin atención al público, comunidades de vecinos y otros análogos en los que no se realiza pago en el momento de la retirada del vehículo depositado”. [16]

Con todo esto, al ser considerado un garaje de clase I zona 2 siguiendo los preceptos establecidos en el punto 5 “Garajes, aparcamientos y estacionamientos subterráneos II” contenido en el Acta de la reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del R.E.B.T. (R.D. 842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid celebrada en la D.G.I.E.M. el 12/02/04 se valora que “cuando la ventilación de estos locales esté **“suficientemente asegurada”**:

- ✓ *En caso de ventilación forzada, “suficientemente asegurada”, el volumen peligroso será comprendido entre el suelo y un plano situado a 0.60 metros sobre el mismo ya sea con suelos a nivel de calle o por debajo de esta.*
- ✓ *En el caso de ventilación natural, “suficientemente asegurada”, en relación con suelos que estén a nivel de la calle o por encima de ésta, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0.60 metros sobre el mismo.*
En relación con suelos situados por debajo del nivel de la calle, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0.60 metros por encima de la parte más baja de las puertas exteriores o de otras aberturas para ventilación que den al exterior por encima del suelo.” [17]

Además en el acta del 12/02/04 se describe que se entiende por **suficientemente asegurada** y en que garajes es necesaria ventilación forzada, considerándose a:

- ✓ *“Ventilación natural: Admisible solamente en garajes con suelo a nivel de calle, con fachada al exterior en semisótano, o con “patio inglés”. En este caso, las aberturas para ventilación deberán de ser 2 como mínimo en paredes o fachadas opuestas, permanentes, independientes de las entradas de acceso, y con una superficie mínima de comunicación al exterior de 0.5 por ciento de la superficie del local del garaje. Se descontará la superficie de las llamas de las rejillas de ventilación en caso de haberlas,*
- ✓ *Ventilación forzada: Para todos los demás casos, o sea, para garajes en sótanos. En estos casos la ventilación será suficiente cuando asegure una renovación mínima del aire de $15 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ de superficie del garaje. El caudal de ventilación por planta se repartirá, como mínimo, entre dos dispositivos o tomas de ventilación independientes que actuarán sobre los mismos conductos para que, en caso de avería de uno de ellos, se mantenga la ventilación.” [17]*

El volumen peligroso del garaje del edificio al no presentar ningún foso o depresión bajo el nivel del suelo el volumen peligroso y como se ha previsto instalar unos equipos de ventilación forzada por parte del oficio de climatización quedará definido por lo anteriormente descrito y por la Figura 22 que aparece en el acta. Estos equipos de ventilación según lo especificado deberán asegurar una renovación de $15 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ que multiplicado por 2107 m^2 de superficie del garaje equivaldrá a $31605 \text{ m}^3/\text{h}$.



Figura 22. Volumen peligroso para un garaje sin ningún foso o depresión según [17]

Por todo lo desarrollado en este apartado y atendiendo a lo establecido en el punto 5 “Locales con atención al público” del citado acta del 28/11/2003, en el que se especifica que “cuando coexistan zonas de atención al público con otras actividades, sólo se aplicará a las zonas de atención al público los preceptos de la ITC-BT-28” [16], y según las prescripciones del acta del 12/02/2004, “la instalación eléctrica situada por encima de los volúmenes peligrosos deberá realizarse según la ITC que proceda, ya sea para Locales de Pública Concurrencia, Locales Húmedos o Mojados, etc.” [17] y además dado que el garaje ha sido desclasificado como emplazamiento con riesgo de incendio y explosión de Clase I zona 2 (a excepción del volumen comprendido entre el suelo y un plano paralelo al mismo a 0,6 metros del mismo), las instalaciones eléctricas en el garaje se situarán por encima de los 0.6 metros de altura sobre el suelo y cumplirán los preceptos de la ITC-BT-28 al igual que en el resto del edificio.

3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1 INTRODUCCIÓN A LOS CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se detallan a continuación los métodos de cálculo empleados en el proyecto. En las tablas adjuntas se puede verificar el dimensionado de los conductores de la instalación con los criterios de densidad de corriente y de caída de tensión para cada una de las líneas eléctricas definidas en el proyecto.

3.2 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

3.2.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

- P: potencia del transformador [kVA]
- U_p : tensión primaria [kV]
- I_p : intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630 kVA. Luego la intensidad primaria es la siguiente.

- $I_p = 18,2 \text{ A}$

3.2.2 Intensidad de Baja Tensión

Tal y como se mencionaba con anterioridad, la potencia del transformador es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 400 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

- P: potencia del transformador [kVA]
- U_s : tensión en el secundario [kV]
- I_s : intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 400 V en vacío puede alcanzar el valor de:

- $I_s = 909,33 \text{ A}$.

3.2.3 Cortocircuitos

3.2.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

3.2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

El cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación se realizará aplicando la fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3)$$

donde:

- S_{cc} : potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p : tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} : corriente de cortocircuito [kA]

En los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (4)$$

donde:

- P : potencia de transformador [kVA]
- E_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador [%]
- U_s : tensión en el secundario [V]
- I_{ccs} : corriente de cortocircuito [kA]

3.2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 3, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

- $I_{ccp} = 14,4 \text{ kA}$

3.2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 400 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 400 V en vacío será, según la fórmula 4:

- $I_{ccs} = 15,16 \text{ kA}$.

3.2.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

3.2.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

3.2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3 de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc(din)} = 36,1 \text{ kA}$

3.2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc(ter)} = 14,4 \text{ kA}$.

3.2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

-Transformador

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

-Protecciones en BT

Las protecciones han sido elegidas según las necesidades de la instalación, considerando el cuadro como un especial.

3.2.6 Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A, que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

3.2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (5)$$

donde:

- W_{cu} : pérdidas en el cobre del transformador [kW]
- W_{fe} : pérdidas en el hierro del transformador [kW]
- K : coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
- h : distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
- ΔT : aumento de temperatura del aire [°C]
- S_r : superficie mínima de las rejillas de entrada [m²]

Para el caso particular de este edificio, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada con los datos facilitados por el fabricante de $h=2,1\text{m}$; $W_{\text{cu}}+W_{\text{fe}}=9,9\text{Kw}$; $K=0,4$; $\Delta t=25^{\circ}\text{C}$;

$$S_r = 0,57 \text{ m}^2 = \text{superficie de la reja de entrada de aire.}$$

La solución adoptada en este centro de transformación es la de instalar una puerta de doble hoja para acceso del transformador que solo puede abrirse desde el interior del CT, y que a la vez sirve de sistema de ventilación del CT practicando en las dos hojas de la puerta, sendas rejillas de ventilación con lamas que favorecen la entrada y salida del aire para ventilación del transformador.

En el caso que nos ocupa *la reja de entrada de aire tiene una superficie de $1,5 \text{ m}^2$ y la de salida de aire una superficie de $1,5 \text{ m}^2$* , superando con creces la ventilación mínima necesaria.

3.2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

3.2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

3.2.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$.

3.2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (6)$$

donde:

- U_n : Tensión de servicio [kV]
- R_n : Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n : Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$: Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \max}$ en este caso será, según la fórmula 6 con los valores del cálculo de la resistencia del sistema de tierra que se muestran posteriormente:

- $I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

- $I_{d \max} = 400 \text{ A}$

3.2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro, según el método de cálculo desarrollado por este organismo. [7]

3.2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra [7]

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_n = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \Omega$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \Omega$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \Omega \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'_o = 3000 \Omega$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (7)$$

donde:

- I_d : intensidad de falta a tierra [A]
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (8)$$

donde:

- U_n : tensión de servicio [V]
- R_n : resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω]
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- X_n : reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω]
- I_d : intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3 \Omega$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (9)$$

donde:

- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- R_o : resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]
- K_r : coeficiente del electrodo

- Centro de Seccionamiento

Para este caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 20-20/8/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 2.0x2.0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2 m

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,129$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0231$

- De la tensión de contacto $K_c = 0,0699$

- Centro de Transformación

En este caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 8/22
- Geometría del sistema: Picas alineadas
- Distancia entre picas: 3 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: 2
- Longitud de las picas: 2 m

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,194$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0253$
- De la tensión de contacto $K_c = 0$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (10)$$

donde:

- K_r : coeficiente del electrodo
- R_o : resistividad del terreno en $[\Omega \cdot m]$
- R'_t : resistencia total de puesta a tierra $[\Omega]$

por lo que para el Centro de Seccionamiento:

- $R'_t = 19,35 \Omega$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (8):

- $I'd = 365,25 A$

mientras que para el Centro de Transformación se obtendrá una resistencia de:

- $R'_t = 29,1 \Omega$

y una intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (8):

- $I'd = 300,98 A$

3.2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (11)$$

donde:

- R'_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_d : tensión de defecto [V]

con lo que, en el Centro de Seccionamiento:

- $V'_d = 7067,66 \text{ V}$

y en el Centro de Transformación:

- $V'_d = 8758,64 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (12)$$

donde:

- K_c : coeficiente
- R_o : resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_c : tensión de paso en el acceso [V]

aplicando lo anterior se obtendrá en el Centro de Seccionamiento una tensión de paso de:

- $V'_c = 3829,69 \text{ V}$

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.

3.2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (13)$$

siendo:

- K_p : coeficiente
- R_o : resistividad del terreno en $[\Omega \cdot m]$
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_p : tensión de paso en el exterior [V]

para este caso:

- $V'_p = 1265,6$ V en el Centro de Seccionamiento
- $V'_p = 1142,23$ V en el Centro de Transformación

3.2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Seccionamiento

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (14)$$

donde:

- K : coeficiente
- t : tiempo total de duración de la falta [s]
- n : coeficiente
- R_o : resistividad del terreno en $[\Omega \cdot m]$
- V_p : tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V_p = 1954,29$ V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (15)$$

siendo:

- K: coeficiente
- t: tiempo total de duración de la falta [s]
- n: coeficiente
- R_o : resistividad del terreno en $[\Omega \cdot m]$
- R'_o : resistividad del hormigón en $[\Omega \cdot m]$
- $V_{p(acc)}$: tensión admisible de paso en el acceso [V]

entonces, para este caso:

- $V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Seccionamiento inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

- $V'_p = 1265,6 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_p(acc) \text{ ó } V'_c = 3829,69 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 7067,66 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 365,25 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7 \text{ seg}$
- $K = 72$
- $n = 1$

por lo que, para este caso la tensión de paso en el exterior aplicando la fórmula 14 será:

- $V_p = 1954,29 \text{ V}$

Y la tensión en el acceso al centro de transformación según la expresión 15 será:

- $V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

- $V'_p = 1142,23 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_p(\text{acc}) = 0 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 8758,64 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 300,98 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$

3.2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (16)$$

donde:

- R_o : resistividad del terreno en $[\Omega \cdot \text{m}]$
- I'_d : intensidad de defecto $[\text{A}]$
- D : distancia mínima de separación $[\text{m}]$

Para este Centro de Transformación:

- $D = 7,19 \text{ m}$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: 2
- Longitud entre picas: 2 m
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ω .

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

En el Centro de Seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

3.2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso. [7]

3.2.9.10 Justificación de la sección de los conductores de protección.

Según la ITC-BT-18 se procede al cálculo de la sección de los conductores de protección conforme a lo indicado en la norma UNE 20460-5-54 apartado 543.1.1

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} = \frac{\sqrt{15160^2 \cdot 0,08}}{176} = 24,36 \text{ mm}^2 \Rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

Siendo:

- S: sección del conductor de protección en mm²
- I: valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección, para un defecto de impedancia despreciable, en amperios.
- t: tiempo de funcionamiento de los dispositivos de corte, en segundos.
- k: factor dependiente de la naturaleza del material del conductor, de los aislamientos y otras partes.

Se ha tomado I como el valor de la corriente de cortocircuito a la salida del transformador I_{ccs} (ecuación 4). El valor de t, viene dado por el tiempo de actuación de los relés asociados a las protecciones. El factor k, se obtiene de la tabla 54 B de la norma UNE 20460-5-54 apartado 543.1.1. y que se muestra en la Guía Técnica GUÍA-BT-18.[2]

Con lo que queda justificada la sección colocada de los conductores de protección.

3.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

Para la comprobación de la necesidad de establecer un sistema de protección contra el rayo, el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad de Utilización y en su apartado 8 (CTE-DB-SU-8) describe el siguiente método. [4]

3.3.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos

La frecuencia esperada de impactos se puede definir mediante la siguiente expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

donde:

- N_e : frecuencia esperada de impactos [nº impactos/año]
- N_g : densidad de impactos sobre el terreno [nº impactos/año·km²]
- A_e : superficie de captura equivalente al edificio aislado [m²]
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno.

Del mapa de la Figura 20 en el apartado de pararrayos de la memoria descriptiva se puede comprobar que para el municipio donde estará situado el centro el valor de la densidad de impactos sobre el terreno es de 2 impactos/año·km².

La superficie de captura equivalente al edificio aislado será, según el CTE-DB-SU-8, la superficie delimitada por un perímetro trazado a una distancia tres veces la altura del edificio de cada punto del perímetro del edificio.

Luego para el centro educativo esta superficie se calculará con un equivalente a un rectángulo, un poco más grande que el propio edificio al estar formado por lo que equivaldría a dos rectángulos, uno más grande que el otro unidos en forma de L. Los cálculos de la superficie A_e se harán con referencia a los siguientes valores: 12 m de altura de todo el edificio, 96,25 m de largo y 53,61 m de ancho.

$$A_e = 21132,79 \text{ m}^2$$

El coeficiente C_1 viene dado por la tabla 16, según el tipo de entorno del centro.

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 16. Coeficiente relacionado con el entorno según el CTE-DB-SU-8.[4]

Como el centro está aislado, el coeficiente C_1 tendrá un valor de 1.

Por lo que la frecuencia esperada de impactos será:

$$N_e = 2 \cdot 21132,79 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0.042 \text{ impactos/año}$$

3.3.2 Cálculo del riesgo máximo admisible

El riesgo admisible queda determinado por la siguiente expresión.

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \times 10^{-3}$$

donde:

- N_a : riesgo máximo admisible [n° impactos/año]
- C_2 : coeficiente en función del tipo de estructura
- C_3 : coeficiente en función del tipo de contenido
- C_4 : coeficiente en función del tipo de uso del edificio
- C_5 : coeficiente relacionado con la necesidad de continuidad de las actividades del edificio.

Estos coeficientes se hallan en las tablas 17,18,19 y 20.

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 17. Coeficiente C_2 en función del tipo de estructura según el CTE-DB-SU-8.[4]

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 18. Coeficiente C_3 en función del tipo de contenido según el CTE-DB-SU-8.[4]

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos <i>Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente</i>	3
Resto de edificios	1

Tabla 19. Coeficiente C_4 en función del tipo de uso del edificio según el CTE-DB-SU-8.[4]

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 20. Coeficiente C_5 relacionado con la necesidad de continuidad de las actividades del edificio según el CTE-DB-SU-8.[4]

Para el caso de estudio, los valores de estos coeficientes son los siguientes:

$$C_2=1; C_3=1; C_4=3 \text{ y } C_5=1.$$

Por lo tanto, el valor del riesgo máximo admisible será:

$$N_a = 0.00183 \text{ impactos/año}$$

Sabiendo estos dos valores de la frecuencia esperada de impactos y el riesgo máximo admisible se puede deducir que es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, ya que la frecuencia esperada de impactos es mayor que el riesgo máximo admisible.

$$N_e = 0.042 \text{ impactos/año} > N_a = 0.00183 \text{ impactos/año}$$

Para determinar el tipo de instalación exigido será necesario calcular la eficacia requerida que asignará según el CTE-DB-SU-8 el nivel de protección precisado. Esta eficacia se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0.956$$

donde:

- E: eficacia requerida para una instalación de protección contra el rayo
- N_a : riesgo máximo admisible [n^0 impactos/año]
- N_e : frecuencia esperada de impactos [n^0 impactos/año]

Por lo tanto la tabla 21 proporciona el nivel de protección correspondiente a la eficacia.

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$ ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Tabla 21. Nivel de protección según el CTE-DB-SU-8.[4]

Con lo cual, para el caso de estudio será necesario un nivel de protección 2.

3.4 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

3.4.1 Cálculo de secciones, intensidades y caída de tensión máxima admisible.

La instalación proyectada se realizará teniendo en cuenta que la corriente será alterna, con sistema unido directamente a tierra, trifásico con neutro, o una tensión nominal en el origen de la instalación de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro (a tierra). Además la temperatura ambiente en la instalación se ha previsto de 30°C, con lo que la conductividad del cobre para esta temperatura será de 56 m/Ω·mm² y la del aluminio de aproximadamente 34 m/Ω·mm².

La sección de los conductores se hará escogiendo la mínima que cumpla los siguientes criterios:

3.4.1.1 Criterio de la caída de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4.5% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y el 6.5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en este caso, según una utilización racional de los mismos.

Para el cálculo de las secciones de las diferentes líneas, se han tenido en cuenta, en los diferentes puntos de la instalación los siguientes porcentajes parciales de caída de tensión:

- ✓ Alumbrado: Caída de la tensión máxima: 4.5 %. (desde el Transformador)
- ✓ Resto de instalaciones: Caída de tensión máxima: 6.5 %.(desde el Transformador)

Atendiendo a las necesidades de iluminación, tomas de corriente y receptores eléctricos según se refleja en los planos de planta se han calculado las potencias máximas instaladas a alimentar por cada línea interior. La suma de éstas dará la potencia total instalada para alumbrado, aire, cámaras frigoríficas y otros usos.

Conocidas las potencias y las longitudes de la línea para el cálculo de las secciones y caída de tensión, se emplearán las fórmulas siguientes:

Para circuitos monofásicos:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot W}{C \cdot e \cdot V} \quad e = \frac{2 \cdot L \cdot W}{C \cdot S \cdot V}$$

Para circuitos trifásicos:

$$S = \frac{L \cdot W}{C \cdot e \cdot V} \quad e = \frac{L \cdot W}{C \cdot S \cdot V}$$

donde:

- C: Conductividad del cobre
- e: Caída de tensión desde el principio al final de la línea en V.
- L: Longitud sencilla de la línea en metros.
- S: Sección de los conductos en mm².
- V: Tensión en voltios (entre fases para corriente trifásica).
- W: Potencia que transporta en vatios

3.4.1.2 Criterio de la intensidad máxima admisible

Este criterio analiza el calentamiento de un cable, ya que los conductores a plena carga y en régimen permanente dependiendo del tipo de aislamiento tienen una temperatura máxima admisible u otra. Según la instrucción ITC-BT-07 los tipos de aislamiento y su temperatura máxima admisible son los siguientes:

- *“XLPE: Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).*
- *EPR: Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).*
- *PVC: Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70°C (servicio permanente).” [1]*

Además, como se describe en el apartado de los cuadros secundarios, la intensidad admisible se puede aproximar rápidamente analizando la Tabla 6 referente a la instrucción ITC-BT-19 y basado en la norma UNE 20.460-5-523.

Para el cálculo de la intensidad se emplearán las fórmulas siguientes:

- Circuitos monofásicos.

$$I = \frac{W}{V \cdot \cos \phi}$$

- Circuitos trifásicos:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

donde:

- I: Intensidad en la línea, en amperios.
- W: Potencia que se transporta en vatios.
- V: Tensión en voltios (en fases para corriente trifásica)
- $\cos\phi$: Se considera la unidad para alumbrado led y 0,8 (media) para motores. El factor de potencia utilizado será 0.9 salvo en los motores.

3.4.1.3 Criterio de la intensidad de cortocircuito

Este criterio analiza la temperatura que puede adquirir el conductor, como consecuencia de un cortocircuito de corta duración, menos de 5s. La sección del conductor debe ser la adecuada para que no se supere la temperatura máxima de corta duración que soporta el material aislante. Para los aislamientos termoestables (XLPE) esta temperatura es de 250°C, mientras que para los aislamientos termoplásticos (PVC) es de 160°C. Este criterio es significativo en las instalaciones de media tensión y alta tensión, pero para las instalaciones de baja tensión es menos relevante para secciones pequeñas (hasta 95 mm², donde la reactancia es despreciable) y longitudes de las líneas reducidas, además dispositivos de protección contra sobreintensidades actúan rápidamente limitando la intensidad de cortocircuito.

Por ello este criterio del cálculo de la intensidad de cortocircuito se realizará para las Líneas de Derivación Individual desde el Cuadro General de Baja Tensión calculando su impedancia. La obtención de los valores de la intensidad de cortocircuito en estas líneas se detallará en un apartado posterior dedicado a este fin.

3.4.2 Cálculo de líneas

Para el cálculo de líneas se tendrá en cuenta todo lo descrito anteriormente referente a los criterios de selección de la sección de los conductores.

Además debido a que la acometida desde el Centro de Transformación se realiza mediante bandeja tanto con conductores multipolares como unipolares en secciones más altas, se deberá tener en cuenta un factor de corrección de agrupamiento.

Los métodos de instalación de referencia según la norma para los multiconductores son B2 (baja tubo) y E (bajo bandeja perforada). Mientras que para los unipolares son B1 (baja tubo) y F (bajo bandeja perforada).

Para la acometida del Cuadro General de Baja Tensión se ha canalizado mediante bandeja perforada y las características de los conductores son las siguientes.

Conductor: Al.

Sección: 3(3(1x240))+(2x240) mm² Al.

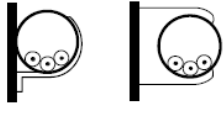

Denominación: RZ1 0,6/1KV

Canalización: Bandeja metálica de rejilla en disposición horizontal.

Las derivaciones individuales, según la instrucción ITC-BT-15, la forman las Líneas De Derivación Individual (LDI) y unen el Cuadro General de Baja Tensión con los Cuadros Secundarios.

La canalización de estas líneas se realizará bajo bandeja de rejilla con cables unipolares y serán trifásicos. Según las tablas de la norma UNE-20460-5-523 se obtienen las intensidades máximas admisibles para estas líneas.

Por último, las derivaciones a los receptores son las que comunican los Cuadros Secundarios con los receptores finales. De la tabla 23 de la normativa citada obtenemos los métodos de instalación de referencia. En el caso de estudio, los métodos de instalación de referencia serán para los multiconductores B2 (baja tubo) o E (bajo bandeja perforada), mientras que para los unipolares serán B1 (baja tubo) o F (bajo bandeja perforada). En el caso de los elementos de la cocina, el método de instalación de referencia escogido en las tablas será un B2, ya que aunque irán principalmente por bandeja, la terminación del circuito es bajo tubo y este tiene valores más restrictivos.

4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella	B1
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería, no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conducto de ella	B2

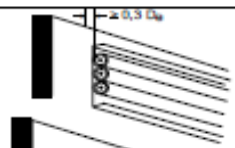

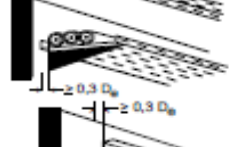
Punto n°	Métodos de instalación	Descripción	Método de instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles (véase la tabla 52-B1)
1	2	3	4
30		sobre bandejas de cables no perforadas	C con punto 2 de la tabla 52 – E1 ¹⁾
31		sobre bandejas de cables perforadas	E ó F con punto 4 de la tabla 52 – E1 ¹⁾
32		sobre abrazaderas o rejillas	E ó F

Tabla 22. Métodos de instalación que facilitan las indicaciones para determinar las intensidades admisibles. (Tabla 52-B2 UNE 20460-5-523) [1]

Además se deberá obtener el factor de agrupamiento de los cables conductores según el método de instalación. Este valor se establece en la tabla 24 de la citada norma UNE.

Punto	Disposición de los cables (En contacto)	Número de circuitos o de cables multiconductores												Tablas de los métodos de referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores			52 – C1 a 52 – C6 método C
3	Capa única fijada bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F
5	Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.														
NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.														
NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican: – a los grupos de dos o tres cables unipolares; – a los cables multiconductores.														
NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.														
NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por n conductores unipolares cargados, puede ser considerado como $n/2$ circuitos de dos conductores cargados o como $n/3$ circuitos de tres conductores cargados.														
NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un $\pm 5\%$.														
NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.														

Tabla 23. Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos o de varios cable multiconductores. (Tabla 52-E1 UNE 20460-5-523) [1]

Para finalizar el cálculo de la intensidad admisible se establecerá según la tabla 6 y su ampliación para el aluminio (Tabla 25) analizándose según el método de instalación (tubo o bandeja) y el número de conductores cargados y tipo de aislamiento de estos.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	—	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0,3 D ⁵⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾							3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾									3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR
		m ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	—	18	21	24	—
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	—	25	29	33	—
		4	20	21	23	24	27	30	—	34	38	45	—
		6	25	27	30	32	36	37	—	44	49	57	—
		10	34	37	40	44	50	52	—	60	68	76	—
		16	45	49	54	59	66	70	—	80	91	105	—
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821
Aluminio		2,5	11,5	12	13,5	14	16	17,5	—	20	22	25	—
		4	15	16	18,5	19	22	24	—	25	29	35	—
		6	20	21	24	25	28	30	—	35	38	45	—
		10	27	28	32	34	38	42	—	47	53	61	—
		16	36	38	42	46	51	56	—	65	70	83	—
		25	46	50	54	61	64	71	73	82	88	94	126
		35		61	67	75	78	88	92	102	109	117	157
		50		73	80	90	96	106	110	124	133	145	191
		70				116	122	136	144	158	170	187	247
		95				140	148	167	177	192	207	230	302
		120				162	171	193	206	223	239	269	352
		150				187	197	223	238	258	277	312	406
		185				212	225	236	274	294	316	359	469
		240				248	265	300	326	348	372	429	556
		300				285	305	347	378	400	429	498	644

Tabla 24. Intensidades admisibles al aire para una temperatura ambiente de 40°C según la norma UNE 20460-5-523 [1]

3.4.3 Tablas de cálculos y aclaración

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN												
Circuito	Suministro Red / Socorro	¿circuito monofásico? S/N	Potencia circuito (w)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductor	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	Sección neutro (mm ²)	Intensidad admisible	diámetro tubo (mm)
Ascensor	CGBT - Red	N	18750	30,1	100	10	Cu	10,7	2,69	10	52	32
Ascensor	CGBT - Red	N	18750	30,1	37	10	Cu	4,0	0,99	10	52	32
Montacargas	CGBT - Red	N	18750	30,1	55	10	Cu	5,9	1,48	10	52	32
G.P.Incendios	CGBT - Red	N	11250	18,04	27	10	Cu	1,7	0,43	10	52	32
Sala de Calderas	CGBT - Red	N	35000	56,1	25	25	Cu	2,0	0,50	16	88	40
Polideportivo	CGBT - Red	N	60000	96,2	167	95	Al	9,5	2,37	50	167	75
G.P.Agua Sanitaria	CGBT - Red	N	12000	19,3	35	10	Cu	2,4	0,60	10	52	32
Climatización Auditorio	CGBT - Red	N	70000	112,3	85	50	Cu	6,8	1,70	25	133	50
Polideportivo	CGBT - Red/Grupo	N	30000	48,1	167	25	Cu	11,4	2,87	16	88	40
CE-01	CGBT - Red	N	16900	27,1	10	16	Cu	0,6	0,15	10	70	32
CE-02	CGBT - Red	N	16120	25,9	15	16	Cu	0,9	0,22	10	70	32
CE-03	CGBT - Red	N	21060	33,8	60	25	Cu	2,9	0,72	16	88	40
CE-04	CGBT - Red	N	16900	27,1	19	16	Cu	1,1	0,29	10	70	32
CE-05	CGBT - Red	N	26520	42,5	69	35	Cu	3,0	0,75	25	110	40
CE-06	CGBT - Red	N	27040	43,4	64	25	Cu	4,0	0,99	16	88	40
CE-Administración	CGBT - Red	N	20020	32,1	79	16	Cu	5,6	1,42	10	70	32
CE-Auditorio	CGBT - Red	N	12220	19,6	100	25	Cu	2,8	0,70	16	88	40
CE-Informática	CGBT - Red	N	45240	72,6	30	35	Cu	2,2	0,55	25	110	40
CE-Garaje	CGBT - Red	N	23400	37,5	30	16	Cu	2,5	0,63	10	70	32
CE-Cocina	CGBT - Red	N	195900	314,2	45	185	Cu	2,7	0,68	95	386	400x60
CE-01	CGBT - Red/Grupo	N	7153	11,5	10	10	Cu	0,4	0,10	10	52	32
CE-02	CGBT - Red/Grupo	N	9717	15,6	15	10	Cu	0,8	0,21	10	52	32
CE-03	CGBT - Red/Grupo	N	14326	23,0	60	25	Cu	2,0	0,49	16	88	40
CE-04	CGBT - Red/Grupo	N	9749	15,6	19	10	Cu	1,1	0,27	10	52	32
CE-05	CGBT - Red/Grupo	N	14919	23,9	69	35	Cu	1,7	0,42	25	110	40
CE-06	CGBT - Red/Grupo	N	10177	16,3	64	25	Cu	1,5	0,37	16	88	40
CE-Administración	CGBT - Red/Grupo	N	1493	2,4	79	10	Cu	0,7	0,17	10	52	32
CE-Auditorio	CGBT - Red/Grupo	N	2249	3,6	100	10	Cu	1,3	0,32	10	52	32
CE-Garaje	CGBT - Red/Grupo	N	2025	3,3	30	10	Cu	0,4	0,09	10	52	32
			767628									

	POTENCIA (W)	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA SIMULTÁNEA	Intensidad	Longitud	S _N	Cond.	c.d.t.	c.d.t. (%)
CGBT - Red	665820	613800	429660	690	10	720	Al	0,5	0,14
CGBT - Red/Grupo	101808	85237	68190	110	50	70	Cu	4,4	1,09
CGBT - Total	767628	699037	497850						

Tabla 25. Cálculos eléctricos del Cuadro General de Baja Tensión. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-01																										
				Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Apique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A1	Pasillo -1	CE-01	S			11		3						377	1,8	0,70	2,6	21	57	1,5	XLPE	Cu	B1	2,2	1,0	
A2	Pasillo -1	CE-01	S			10		4						372	1,8	0,70	2,6	21	57	1,5	XLPE	Cu	B1	2,2	1,0	
A3	Pasillo -1	CE-01	S			9		3						321	1,6	0,70	2,2	21	57	1,5	XLPE	Cu	B1	1,9	0,8	
A4	Instalaciones	CE-01	S					16						368	1,8	0,70	2,5	21	31	1,5	XLPE	Cu	B1	1,2	0,5	
A5	Aulas	CE-01	S	17		2	1							807	3,9	0,70	5,6	21	43	1,5	XLPE	Cu	B1	3,6	1,6	
A6	Aulas	CE-01	S	16			2	2				2		834	4,0	0,70	5,8	21	40	1,5	XLPE	Cu	B1	3,5	1,5	
A7	Aulas	CE-01	S	17			1							751	3,6	0,70	5,2	21	43	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,5	
A8	Aulas	CE-01	S	17			1	2				5		857	4,1	0,70	5,9	21	43	1,5	XLPE	Cu	B1	3,8	1,7	
A9	Aseo grande	CE-01	S							4		12		244	1,2	0,70	1,7	21	23	1,5	XLPE	Cu	B1	0,6	0,3	
A10	Camaras frigoríficas	CE-01	S		2			8		3				341	1,7	0,70	2,4	21	27	1,5	XLPE	Cu	B1	1,0	0,4	
A11	Camaras frigoríficas	CE-01	S					10						230	1,1	0,70	1,6	21	52	1,5	XLPE	Cu	B1	1,2	0,5	
														5502												
				Tomas de corriente																						
F1	Aulas	CE-01	S	7										1400	6,8	0,70	9,7	29	45	2,5	XLPE	Cu	B1	3,9	1,7	
F2	Aulas	CE-01	S	11										2200	10,6	0,70	15,2	29	45	2,5	XLPE	Cu	B1	6,2	2,7	
F3	Aulas	CE-01	S	4										800	3,9	0,70	5,5	29	45	2,5	XLPE	Cu	B1	2,2	1,0	
F4	Aseos	CE-01	S	11										2200	10,6	0,70	15,2	29	45	2,5	XLPE	Cu	B1	6,2	2,7	
F5	Archivos e instalaciones	CE-01	S	7										1400	6,8	0,70	9,7	29	45	2,5	XLPE	Cu	B1	3,9	1,7	
F6	U.V.	trifásica	N	3										5000	8,0	0,70	11,5	25	45	2,5	XLPE	Cu	B1	4,0	1,0	
														13000												
	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R																								
ILUMINACIÓN	5502	7153																								
FUERZA	13000	16900																								
TOTAL	18502																									

Tabla 26. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-01. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-INFORMÁTICA																
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	Tomas de corriente	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
FI1	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI2	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI3	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI4	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI5	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI6	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI7	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI8	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI9	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI10	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI11	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI12	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI13	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI14	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI15	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI16	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI17	Aula Informática	CE-Informática	S	2	2000	9,7	0,70	14	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,99	0,43
FI18	Aula Informática	CE-Informática	S	4	800	3,9	0,70	6	29	8	2,5	XLPE	Cu	B1	0,40	0,17
					34800											

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
FUERZA	34800	45240
TOTAL	34800	

Tabla 27. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Informática. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-GARAJE																									
				Luminarias																					
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
A1	Pasillo cerca	CE-Garaje	S					13						299	1,4	0,73	2,0	24	66	1,5	XLPE	Cu	E	2,0	0,89
A2	Pasillo cerca	CE-Garaje	S					12						276	1,3	0,73	1,8	24	66	1,5	XLPE	Cu	E	1,9	0,82
A3	Centro	CE-Garaje	S					8						184	0,9	0,73	1,2	24	76	1,5	XLPE	Cu	E	1,5	0,63
A4	Centro	CE-Garaje	S					7						161	0,8	0,73	1,1	24	76	1,5	XLPE	Cu	E	1,3	0,55
A5	Pasillo lejos	CE-Garaje	S					10						230	1,1	0,73	1,5	24	80	1,5	XLPE	Cu	E	1,9	0,83
A6	Pasillo lejos	CE-Garaje	S					9						207	1,0	0,73	1,4	24	80	1,5	XLPE	Cu	E	1,7	0,74
A7	Detec. Incendios	CE-Garaje	S											100	0,5	0,73	0,7	24	80	1,5	XLPE	Cu	E	0,8	0,36
A7	Detec. C.O.	CE-Garaje	S											100	0,5	0,73	0,7	24	80	1,5	XLPE	Cu	E	0,8	0,36
														1557											

				Tomas de corriente																									
F1	Ventilación	CE-Garaje	N	2x3CV														6000	9,6	0,73	13,2	38	68	4	XLPE	Cu	E	4,6	1,15
F2	Ventilación	CE-Garaje	N	2x4CV														8000	12,8	0,73	17,6	38	35	4	XLPE	Cu	E	3,1	0,79
F3	Ventilación	CE-Garaje	N	2x2CV														4000	6,4	0,73	8,8	38	35	4	XLPE	Cu	E	1,6	0,39
														18000															

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	1557	2025
FUERZA	18000	23400
TOTAL	19557	

Tabla 28. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Garaje. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-02																										
				Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplicue 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A1	Pasillo PB	CE-02	S			10								280	1,4	0,70	1,9	21	49	1,5	XLPE	Cu	B1	1,4	0,62	
A2	Pasillo PB	CE-02	S			9								252	1,2	0,70	1,7	21	49	1,5	XLPE	Cu	B1	1,3	0,56	
A3	Pasillo PB	CE-02	S			9								252	1,2	0,70	1,7	21	49	1,5	XLPE	Cu	B1	1,3	0,56	
A4	Escalera izquierda	CE-02	S										6	144	0,7	0,70	1,0	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	0,8	0,36	
A5	Aulas	CE-02	S	18		2	1							848	4,1	0,70	5,9	21	44	1,5	XLPE	Cu	B1	3,9	1,68	
A6	Aulas	CE-02	S	15			3	2				5		883	4,3	0,70	6,1	21	41	1,5	XLPE	Cu	B1	3,8	1,63	
A7	Aulas	CE-02	S	15			3	2				5		883	4,3	0,70	6,1	21	32	1,5	XLPE	Cu	B1	2,9	1,27	
A8	Aulas	CE-02	S	18		2	1							848	4,1	0,70	5,9	21	32	1,5	XLPE	Cu	B1	2,8	1,22	
A9	Escalera centro	CE-02	S										6	144	0,7	0,70	1,0	21	24	1,5	XLPE	Cu	B1	0,4	0,16	
A10	Comedor	CE-02	S		19									779	3,8	0,70	5,4	21	41	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,44	
A11	Comedor	CE-02	S		19									779	3,8	0,70	5,4	21	41	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,44	
A12	Comedor	CE-02	S		15									615	3,0	0,70	4,2	21	41	1,5	XLPE	Cu	B1	2,6	1,13	
A13	Cocina	CE-02	S					19						437	2,1	0,70	3,0	21	40	1,5	XLPE	Cu	B1	1,8	0,79	
A14	Usos cocina y pasillo	CE-02	S					6					2	186	0,9	0,70	1,3	21	41	1,5	XLPE	Cu	B1	0,8	0,34	
A15	Escalera derecha	CE-02	S										6	144	0,7	0,70	1,0	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	0,8	0,36	
														7474												
				Tomas de corriente																						
F1	Aulas	CE-02	S	7										1400	6,8	0,70	9,7	29	39	2,5	XLPE	Cu	B1	3,4	1,47	
F2	Aulas	CE-02	S	10										2000	9,7	0,70	13,8	29	47	2,5	XLPE	Cu	B1	5,8	2,54	
F3	Aulas	CE-02	S	7										1400	6,8	0,70	9,7	29	30	2,5	XLPE	Cu	B1	2,6	1,13	
F4	Aulas	CE-02	S	8										1600	7,7	0,70	11,0	29	23	2,5	XLPE	Cu	B1	2,3	1,00	
F5	Comedor	CE-02	S	5										1000	4,8	0,70	6,9	29	41	2,5	XLPE	Cu	B1	2,6	1,11	
F6	U.V.	trifásica	N	1										5000	8,0	0,70	11,5	25	7	2,5	XLPE	Cu	B1	0,6	0,16	
														12400												
	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R																								
ILUMINACIÓN	7474	9717																								
FUERZA	12400	16120																								
TOTAL	19874																									

Tabla 29. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-02. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-AUDITORIO																										
				Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A6	Auditorio	CE-Auditorio	S							5	15			500	2,4	0,70	3,5	21,0	31	1,5	XLPE	Cu	B1	1,6	0,70	
A7	Auditorio	CE-Auditorio	S			1				2	17			503	2,4	0,70	3,5	21,0	31	1,5	XLPE	Cu	B1	1,6	0,70	
A8	Auditorio	CE-Auditorio	S							5	10			375	1,8	0,70	2,6	21,0	31	1,5	XLPE	Cu	B1	1,2	0,52	
A9	Usos auditorio	CE-Auditorio	S		2			2		8		2		352	1,7	0,70	2,4	21,0	30	1,5	XLPE	Cu	B1	1,1	0,48	
														1730												

				Tomas de corriente																							
F1	Auditorio	CE-Auditorio	S	9										1800	8,7	0,70	12,4	29,0	31	2,5	XLPE	Cu	B1	3,5	1,51		
F2	Auditorio	CE-Auditorio	S	9										1800	8,7	0,70	12,4	29,0	10	2,5	XLPE	Cu	B1	1,1	0,49		
F3	Auditorio	CE-Auditorio	S	9										1800	8,7	0,70	12,4	29,0	30	2,5	XLPE	Cu	B1	3,4	1,46		
F4	Auditorio	Informática	S	2										2000	9,7	0,70	13,8	29,0	30	2,5	XLPE	Cu	B1	3,7	1,62		
F5	Auditorio	Informática	S	2										2000	9,7	0,70	13,8	29,0	30	2,5	XLPE	Cu	B1	3,7	1,62		
														9400													

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	1730	2249
FUERZA	9400	12220
TOTAL	11130	

Tabla 30. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Auditorio. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-03																										
				Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A1	Pasillo PB	CE-03	S			23								644	3,1	0,70	4,4	21	52	1,5	XLPE	Cu	B1	3,5	1,51	
A2	Pasillo PB	CE-03	S			22								616	3,0	0,70	4,3	21	52	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,44	
A3	Pasillo PB	CE-03	S			22								616	3,0	0,70	4,3	21	52	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,44	
A4	Escalera centro	CE-03	S										6	144	0,7	0,70	1,0	21	27	1,5	XLPE	Cu	B1	0,4	0,17	
A5	Escalera derecha	CE-03	S										4	96	0,5	0,70	0,7	21	57	1,5	XLPE	Cu	B1	0,6	0,25	
A6	Escalera izquierda	CE-03	S										6	144	0,7	0,70	1,0	21	56	1,5	XLPE	Cu	B1	0,8	0,36	
A7	Escalera izquierda	CE-03	S										6	144	0,7	0,70	1,0	21	85	1,5	XLPE	Cu	B1	1,3	0,55	
A8	Aulas	CE-03	S	18			1							792	3,8	0,70	5,5	21	40	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,43	
A9	Aulas	CE-03	S	15		3	2							823	4,0	0,70	5,7	21	42	1,5	XLPE	Cu	B1	3,6	1,56	
A10	Aulas	CE-03	S	18		1								792	3,8	0,70	5,5	21	28	1,5	XLPE	Cu	B1	2,3	1,00	
A11	Aulas	CE-03	S	15		3	2					5		883	4,3	0,70	6,1	21	34	1,5	XLPE	Cu	B1	3,1	1,35	
A12	Aulas	CE-03	S	15		3	2					5		883	4,3	0,70	6,1	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	5,0	2,19	
A13	Aulas	CE-03	S	18		1								792	3,8	0,70	5,5	21	67	1,5	XLPE	Cu	B1	5,5	2,39	
A14	Aulas	CE-03	S	15	2	3								859	4,2	0,70	5,9	21	62	1,5	XLPE	Cu	B1	5,5	2,40	
A15	Aulas	CE-03	S	18		1								792	3,8	0,70	5,5	21	62	1,5	XLPE	Cu	B1	5,1	2,21	
A16	Alumbrado control	CE-03	S											1000	4,8	0,70	6,9	21	60	1,5	XLPE	Cu	B1	6,2	2,70	
A17	Incendios	CE-03	S											1000	4,8	0,70	6,9	21	60	1,5	XLPE	Cu	B1	6,2	2,70	
														11020												

				Tomas de corriente																					
F1	Aulas	CE-03	S	7										1400	6,8	0,70	9,7	29	65	2,5	XLPE	Cu	B1	5,7	2,46
F2	Aulas	CE-03	S	6										1200	5,8	0,70	8,3	29	68	2,5	XLPE	Cu	B1	5,1	2,20
F3	Aulas	CE-03	S	9										1800	8,7	0,70	12,4	29	58	2,5	XLPE	Cu	B1	6,5	2,82
F4	Aulas	CE-03	S	6										1200	5,8	0,70	8,3	29	56	2,5	XLPE	Cu	B1	4,2	1,81
F5	Aulas	CE-03	S	10										2000	9,7	0,70	13,8	29	40	2,5	XLPE	Cu	B1	5,0	2,16
F6	Aulas	CE-03	S	11										2200	10,6	0,70	15,2	29	30	2,5	XLPE	Cu	B1	4,1	1,78
F7	Aulas	CE-03	S	7										1400	6,8	0,70	9,7	29	22	2,5	XLPE	Cu	B1	1,9	0,83
F8	U.V.	trifásica	N	2										5000	8,0	0,70	11,5	25	39	2,5	XLPE	Cu	B1	3,5	0,88
														16200											

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	11020	14326
FUERZA	16200	21060
TOTAL	27220	

Tabla 31. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-03. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-ADMINISTRACIÓN																										
				Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A10	Administración	CE-Administración	S		15									615	3,0	0,7	4,2	21,0	15	1,5	XLPE	Cu	B1	1,0	0,41	
A11	Administración	CE-Administración	S		13									533	2,6	0,7	3,7	21,0	33	1,5	XLPE	Cu	B1	1,8	0,79	
														1148												

				Tomas de corriente																							
F1	Derecha cerca	CE-Administración	S	12																							
F2	Derecha cerca	CE-Administración	S	10																							
F3	Derecha lejos	CE-Administración	S	10																							
F4	Rack Megafonía	CE-Administración	S											3000	14,5	0,7	20,7	29,0	30	2,5	XLPE	Cu	B1	5,6	2,43		
F5	Rack Informática	CE-Administración	S											3000	14,5	0,7	20,7	29,0	30	2,5	XLPE	Cu	B1	5,6	2,43		
F6	Fancoils	CE-Administración	S											3000	14,5	0,7	20,7	29,0	30	2,5	XLPE	Cu	B1	5,6	2,43		
														15400													

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	1148	1493
FUERZA	15400	20020
TOTAL	16548	

Tabla 32. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Administración. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-04																										
				Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Apique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A1	Pasillo P1	CE-04	S			13								364	1,8	0,70	2,5	21	45	1,5	XLPE	Cu	B1	1,7	0,74	
A2	Pasillo P1	CE-04	S			12								336	1,6	0,70	2,3	21	45	1,5	XLPE	Cu	B1	1,6	0,68	
A3	Pasillo P1	CE-04	S			12								336	1,6	0,70	2,3	21	45	1,5	XLPE	Cu	B1	1,6	0,68	
A4	Aulas	CE-04	S	18	2									794	3,8	0,70	5,5	21	47	1,5	XLPE	Cu	B1	3,9	1,68	
A5	Aulas	CE-04	S	18				2				2		808	3,9	0,70	5,6	21	41	1,5	XLPE	Cu	B1	3,4	1,49	
A6	Aulas	CE-04	S	21										861	4,2	0,70	5,9	21	30	1,5	XLPE	Cu	B1	2,7	1,16	
A7	Aulas	CE-04	S	18	2									794	3,8	0,70	5,5	21	30	1,5	XLPE	Cu	B1	2,5	1,07	
A8	Aulas	CE-04	S	15			3							777	3,8	0,70	5,4	21	33	1,5	XLPE	Cu	B1	2,7	1,15	
A9	Aulas	CE-04	S	18				2				2		808	3,9	0,70	5,6	21	33	1,5	XLPE	Cu	B1	2,8	1,20	
A10	Aulas	CE-04	S	15			3							777	3,8	0,70	5,4	21	40	1,5	XLPE	Cu	B1	3,2	1,40	
A11	Aulas	CE-04	S	18				2				5		844	4,1	0,70	5,8	21	40	1,5	XLPE	Cu	B1	3,5	1,52	
														7499												

				Tomas de corriente																					
F1	Aulas	CE-04	S	9										1800	8,7	0,70	12,4	29	47	2,5	XLPE	Cu	B1	5,3	2,28
F2	Aulas	CE-04	S	10										2000	9,7	0,70	13,8	29	42	2,5	XLPE	Cu	B1	5,2	2,27
F3	Aulas	CE-04	S	10										2000	9,7	0,70	13,8	29	34	2,5	XLPE	Cu	B1	4,2	1,83
F4	Aulas	CE-04	S	11										2200	10,6	0,70	15,2	29	34	2,5	XLPE	Cu	B1	4,7	2,02
F5	U.V.	trifásica	N	3										5000	8,0	0,70	11,5	25	42	2,5	XLPE	Cu	B1	3,8	0,95
														13000											

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	7499	9749
FUERZA	13000	16900
TOTAL	20499	

Tabla 33. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-04. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-05																									
			Luminarias																						
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplique 24W	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
A1	Pasillo P2	CE-05	S			19								532	2,6	0,70	3,7	21	64	1,5	XLPE	Cu	B1	3,5	1,53
A2	Pasillo P2	CE-05	S			19								532	2,6	0,70	3,7	21	64	1,5	XLPE	Cu	B1	3,5	1,53
A3	Pasillo P2	CE-05	S			18								504	2,4	0,70	3,5	21	64	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,45
A4	Departamentos	CE-05	S	14			4							790	3,8	0,70	5,5	21	40	1,5	XLPE	Cu	B1	3,3	1,42
A5	Departamentos	CE-05	S	20				2						866	4,2	0,70	6,0	21	42	1,5	XLPE	Cu	B1	3,8	1,64
A6	Departamentos	CE-05	S	20				2						866	4,2	0,70	6,0	21	28	1,5	XLPE	Cu	B1	2,5	1,09
A7	Departamentos	CE-05	S	14			4							790	3,8	0,70	5,5	21	34	1,5	XLPE	Cu	B1	2,8	1,21
A8	Departamentos	CE-05	S	14			4							790	3,8	0,70	5,5	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	4,5	1,96
A9	Departamentos	CE-05	S	20				5						935	4,5	0,70	6,5	21	52	1,5	XLPE	Cu	B1	5,0	2,19
A10	Departamentos	CE-05	S	20				5						935	4,5	0,70	6,5	21	52	1,5	XLPE	Cu	B1	5,0	2,19
A11	Departamentos	CE-05	S	14			4							790	3,8	0,70	5,5	21	60	1,5	XLPE	Cu	B1	4,9	2,13
A12	Aulas	CE-05	S	15				2		3				736	3,6	0,70	5,1	21	20	1,5	XLPE	Cu	B1	1,5	0,66
A13	Aulas	CE-05	S	15										615	3,0	0,70	4,2	21	25	1,5	XLPE	Cu	B1	1,6	0,69
A14	Aulas	CE-05	S	20						3		2		919	4,4	0,70	6,3	21	45	1,5	XLPE	Cu	B1	4,3	1,86
A15	Aulas	CE-05	S	20		2								876	4,2	0,70	6,0	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	5,0	2,17
														11476											

				Tomas de corriente																				
F1	Departamentos	CE-05	S	11									2200	10,6	0,70	15,2	29	74	2,5	XLPE	Cu	B1	10,1	4,40
F2	Departamentos	CE-05	S	9									1800	8,7	0,70	12,4	29	71	2,5	XLPE	Cu	B1	7,9	3,45
F3	Departamentos	CE-05	S	12									2400	11,6	0,70	16,6	29	65	2,5	XLPE	Cu	B1	9,7	4,21
F4	Departamentos	CE-05	S	11									2200	10,6	0,70	15,2	29	40	2,5	XLPE	Cu	B1	5,5	2,38
F5	Departamentos	CE-05	S	12									2400	11,6	0,70	16,6	29	40	2,5	XLPE	Cu	B1	6,0	2,59
F6	Departamentos	CE-05	S	7									1400	6,8	0,70	9,7	29	19	2,5	XLPE	Cu	B1	1,7	0,72
F7	Aulas	CE-05	S	8									1600	7,7	0,70	11,0	29	25	2,5	XLPE	Cu	B1	2,5	1,08
F8	Aulas	CE-05	S	7									1400	6,8	0,70	9,7	29	36	2,5	XLPE	Cu	B1	3,1	1,36
F9	U.V.	trifásico	N	3									5000	8,0	0,70	11,5	25	39	2,5	XLPE	Cu	B1	3,5	0,88
													20400											

Alumbrado	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	11476	14919
FUERZA	20400	26520
TOTAL	31876	

Tabla 34. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-05. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-06																											
				Luminarias																							
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	CoreView 41W	CoreLine 41W	CoreLine 28W	TBS477 54W	Estanca 22S	Estanca 18S	Downlight 20S 25W	Downlight 24S 25W	Downlight 12W	Aplicue 24W	Proyector 400w	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	
A1	Pasillo P2	CE-06	S			11									308	1,5	0,70	2,1	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	1,8	0,76	
A2	Pasillo P2	CE-06	S			11									308	1,5	0,70	2,1	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	1,8	0,76	
A3	Pasillo P2	CE-06	S			11									308	1,5	0,70	2,1	21	55	1,5	XLPE	Cu	B1	1,8	0,76	
A4	Aulas	CE-06	S	15			3								777	3,8	0,70	5,4	21	39	1,5	XLPE	Cu	B1	3,1	1,37	
A5	Aulas	CE-06	S	18				2				2			808	3,9	0,70	5,6	21	37	1,5	XLPE	Cu	B1	3,1	1,34	
A6	Aulas	CE-06	S	18	2			2				5			926	4,5	0,70	6,4	21	30	1,5	XLPE	Cu	B1	2,9	1,25	
A7	Aulas	CE-06	S	15	2		3								859	4,2	0,70	5,9	21	33	1,5	XLPE	Cu	B1	2,9	1,27	
A8	Aulas	CE-06	S	18	2			2				5			926	4,5	0,70	6,4	21	50	1,5	XLPE	Cu	B1	4,8	2,08	
A9	Aulas	CE-06	S	15	2		3								859	4,2	0,70	5,9	21	57	1,5	XLPE	Cu	B1	5,1	2,20	
A10	Aulas	CE-06	S	18	2			2				2			890	4,3	0,70	6,1	21	50	1,5	XLPE	Cu	B1	4,6	2,00	
A11	Aulas	CE-06	S	15	2		3								859	4,2	0,70	5,9	21	59	1,5	XLPE	Cu	B1	5,3	2,28	
															7828												

				Tomas de corriente																						
F1	Aulas	CE-06	S	10											2000	9,7	0,70	13,8	29	78	2,5	XLPE	Cu	B1	9,7	4,21
F2	Aulas	CE-06	S	10											2000	9,7	0,70	13,8	29	72	2,5	XLPE	Cu	B1	8,9	3,89
F3	Aulas	CE-06	S	7											1400	6,8	0,70	9,7	29	58	2,5	XLPE	Cu	B1	5,0	2,19
F4	Aulas	CE-06	S	10											2000	9,7	0,70	13,8	29	34	2,5	XLPE	Cu	B1	4,2	1,83
F5	Aulas	CE-06	S	7											1400	6,8	0,70	9,7	29	22	2,5	XLPE	Cu	B1	1,9	0,83
F6	Aulas	CE-06	S	7											1400	6,8	0,70	9,7	29	27	2,5	XLPE	Cu	B1	2,4	1,02
F7	U.V.	trifásico	N	2											5000	8,0	0,70	11,5	25	39	2,5	XLPE	Cu	B1	3,5	0,88
F8	Proyector Exterior	CE-06	S											7	2800	13,5	0,70	19,3	25	39	2,5	XLPE	Cu	B2	6,8	2,95
F9	Proyector Exterior	CE-06	S											7	2800	13,5	0,70	19,3	25	39	2,5	XLPE	Cu	B2	6,8	2,95
															20800											

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
ILUMINACIÓN	7828	10177
FUERZA	20800	27040
TOTAL	28628	

Tabla 35. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-06. Elaboración propia



CUADRO ELÉCTRICO CE-COCINA															
Circuito	Zona	Descripción	¿circuito monofásico? S/N	Potencia circuito (w)	Intensidad circuito (A)	Factores de corrección	Intensidad circuito corregida (A)	Intensidad Admisible (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	Método de instalación	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
E0	Cámaras	CE-Cocina	N	14000	22,5	0,80	28	52	25	10	XLPE	Cu	B2	1,6	0,39
E5	Báscula	CE-Cocina	S	500	2,4	0,80	3	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,6	0,26
E7.1	Enchufe Auxiliar	CE-Cocina	S	1500	7,3	0,80	9	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	1,8	0,77
E7.2	Enchufe Auxiliar	CE-Cocina	S	1500	7,3	0,80	9	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	1,8	0,77
E7.3	Enchufe Auxiliar	CE-Cocina	S	1500	7,3	0,80	9	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	1,8	0,77
E7.4	Enchufe Auxiliar	CE-Cocina	S	1000	4,8	0,80	6	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	1,2	0,51
E8	Enchufe Auxiliar	CE-Cocina	N	1000	1,6	0,80	2	22	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,3	0,09
E9	Picadora	CE-Cocina	N	700	1,1	0,80	1	22	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,2	0,06
E10	Cortadora	CE-Cocina	N	600	1,0	0,80	1	22	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,2	0,05
E11	Climatizador	CE-Cocina	S	3000	14,5	0,80	18	34	19	4	XLPE	Cu	B2	2,2	0,96
E12	Freidora	CE-Cocina	N	33000	52,9	0,80	66	70	19	16	XLPE	Cu	B2	1,8	0,44
E13	Campana Central	CE-Cocina	N	2100	3,4	0,80	4	22	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,7	0,18
E14	Mesa Caliente	CE-Cocina	S	3000	14,5	0,80	18	34	19	4	XLPE	Cu	B2	2,2	0,96
E15	Campana Mural	CE-Cocina	N	3700	5,9	0,80	7	22	19	2,5	XLPE	Cu	B2	1,3	0,32
E16.1	Horno	CE-Cocina	N	32000	51,3	0,80	64	70	19	16	XLPE	Cu	B2	1,7	0,43
E16.2	Horno	CE-Cocina	N	32000	51,3	0,80	64	70	19	16	XLPE	Cu	B2	1,7	0,43
E17	Mecanismo Volcable	CE-Cocina	S	200	1,0	0,80	1	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,2	0,10
E18	Mueble Frio	CE-Cocina	S	1000	4,8	0,80	6	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	1,2	0,51
E19.1	Baño Maía	CE-Cocina	S	4600	22,2	0,80	28	60	19	10	XLPE	Cu	B2	1,4	0,59
E19.2	Baño Maía	CE-Cocina	S	4600	22,2	0,80	28	60	19	10	XLPE	Cu	B2	1,4	0,59
E20	Campana Lavavajillas	CE-Cocina	N	1000	1,6	0,80	2	22	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,3	0,09
E22.1	Lavavajillas	CE-Cocina	N	52000	83,4	0,80	104	110	19	35	XLPE	Cu	B2	1,3	0,32
E23	Armario Frigorífico	CE-Cocina	S	700	3,4	0,80	4	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,8	0,36
E24	Mesa Frigorífica	CE-Cocina	S	500	2,4	0,80	3	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,6	0,26
SP	Insectos	CE-Cocina	S	200	1,0	0,80	1	25	19	2,5	XLPE	Cu	B2	0,2	0,10
				195900											

	POTENCIA (W)	Potencia + 30% R
FUERZA	195900	195900
TOTAL	195900	

Tabla 36. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Cocina. Elaboración propia



3.4.3.1 Aclaración de las tablas de cálculo

- Circuito: Numeración del circuito en los planos de los cuadros eléctricos.
- Zona: Lugar donde se encuentran los receptores del circuito.
- Descripción: Se muestra el cuadro del que procede, y en algunos casos se define si el circuito es trifásico
- ¿Circuito monofásico? S/N: La letra S indica que el circuito es monofásico y la letra N indica que el circuito es trifásico.
- Luminarias y tomas de corriente: Se numeran los distintos tipos de luminarias y las tomas de corriente para realizar el sumatorio posterior de la potencia.
- Potencia Circuito: Potencia en vatios (W) del circuito.
- Intensidad circuito: Intensidad en amperios (A) que circulará por el circuito en condiciones normales.
- Factores de corrección: factores de corrección según el método de instalación.
- Intensidad circuito corregida: Intensidad en amperios (A) que circulará por el circuito en condiciones normales con los factores de corrección correspondientes aplicados.
- Intensidad Admisible: Intensidad máxima admisible en amperios (A) que es capaz de soportar el conductor, según la norma UNE 20460-5-523.
- Longitud: longitud aproximada del circuito, desde el origen hasta el receptor más alejado, en metros (m).
- Sección: sección mínima del conductor en milímetros cuadrados (mm^2) que cumple los criterios anteriormente descritos.
- Aislamiento: tipo de aislamiento del conductor, se han previsto todos los cables con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE).
- Conductor: Tipo de material del conductor, cobre (Cu) o aluminio (Al).
- Método de instalación: Método de instalación de referencia utilizado según la tabla 23.
- c.d.t. (V): Caída de tensión en voltios (V).
- c.d.t. (%): Caída de tensión en tanto por ciento.

3.4.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito en el Cuadro General de Baja Tensión (C.G.B.T.) del local, se calculará teniendo en cuenta la impedancia del transformador y a partir de la corriente de cortocircuito en el devanado secundario del transformador y la intensidad a las salidas del mismo según las ecuaciones 2 y 4.

$$I_{CCS} = 15,16kA$$

$$I_S = 909,33A$$

Para calcular la impedancia de cortocircuito del transformador se utiliza la siguiente expresión:

$$Z_{CC-TRAFO} = \frac{U_{CC} \cdot U^2}{S_N} = \frac{0,06 \times 400^2}{630} = 15,24m\Omega$$

La impedancia de cortocircuito de la red se toma como nula, ya que no se conoce.

$$Z_{CC-RED} = 0 \text{ m}\Omega$$

Los conductores de 240mm² de aluminio con aislamiento XLPE, tienen una resistencia R=0,16Ω/km y una admitancia X=0,25 R=0,04Ω/km. La impedancia Z=0,165 Ω/km. Estos valores los proporciona el fabricante del cable (Prysmian en este caso). [10] Como la línea está formada 3(3x(1x240mm²)), la impedancia al estar 3 conductores en paralelo será un tercio de la calculada antes Z_{C-240}=0,055 Ω/km.

$$Z_{c-240} = 0,055 \Omega / km$$

La longitud de estos conductores es de 10m, por lo tanto la impedancia será:

$$Z_{c-240} = 0,55m\Omega$$

El punto "A" en el que se calcula la corriente de cortocircuito, según la siguiente fórmula, corresponde a cualquier punto aguas arriba de los interruptores magnetotérmicos de caja moldeada.

$$I_{CC-A} = \frac{\frac{U}{\sqrt{3}}}{Z_{CC-RED} + Z_{TRAFO} + Z_{C-240}} = \frac{230}{0 + 15,24 + 0,55} = 14566A = 14,56kA$$

En el siguiente cuadro se muestran las intensidades de cortocircuito en cada cuadro eléctrico como en los puntos de los receptores que se alimentan directamente desde el CGBT. Como se ha comentado anteriormente la reactancia (X), será despreciable para conductores con secciones inferiores a 95 mm².

CÁLCULO DE INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO										
Circuito	Potencia circuito (W)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Aislamiento	Conductor	R (Ω/km)	X (Ω/km)	$Z_{C-X} (\Omega / km)$	$Z_{C-X} (m\Omega)$	$I_{CC-X} = \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{CC-RED} + Z_{TRAFO} + Z_{C-240} + Z_{C-X}}$
Ascensor	18750	100	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	180,00	1,17
Ascensor	18750	37	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	66,60	2,79
Montacargas	18750	55	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	99,00	2,00
G.P.Incendios	11250	27	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	48,60	3,57
Sala de Calderas	35000	25	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	18,00	6,81
Polideportivo	60000	167	95	XLPE	Al	0,305	0	0,305	50,98	3,44
G.P.Agua Sanitaria	12000	35	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	63,00	2,92
Climatización Auditorio	70000	85	50	XLPE	Cu	0,360	0	0,360	30,60	4,96
Polideportivo	30000	36	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	25,92	5,51
CE-01	13000	10	16	XLPE	Cu	1,125	0	1,125	11,25	8,51
CE-02	12400	15	16	XLPE	Cu	1,125	0	1,125	16,88	7,04
CE-03	16200	60	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	43,20	3,90
CE-04	13000	19	16	XLPE	Cu	1,125	0	1,125	21,38	6,19
CE-05	20400	69	35	XLPE	Cu	0,514	0	0,514	35,49	4,49
CE-06	20800	64	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	46,08	3,72
CE-Administración	15400	79	16	XLPE	Cu	1,125	0	1,125	88,88	2,20
CE-Auditorio	9400	100	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	72,00	2,62
CE-Informática	34800	30	35	XLPE	Cu	0,514	0	0,514	15,43	7,37
CE-Garaje	18000	30	16	XLPE	Cu	1,125	0	1,125	33,75	4,64
CE-Cocina	195900	45	185	XLPE	Cu	0,097	0,019	0,099	4,47	11,36
CE-01	5502	10	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	18,00	6,81
CE-02	7475	15	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	27,00	5,38
CE-03	11020	60	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	43,20	3,90
CE-04	7499	19	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	34,20	4,60
CE-05	11476	69	35	XLPE	Cu	0,514	0	0,514	35,49	4,49
CE-06	7828	64	25	XLPE	Cu	0,720	0	0,720	46,08	3,72
CE-Administración	1148	79	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	142,20	1,46
CE-Auditorio	1730	100	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	180,00	1,17
CE-Garaje	1558	30	10	XLPE	Cu	1,800	0	1,800	54,00	3,30

Tabla 37. Intensidades de cortocircuito de las derivaciones individuales. Elaboración propia



Debido a los valores de intensidades de cortocircuito anteriormente expuestos, se han seleccionado los poderes de corte de la aparamenta que se indican en la tabla 38, escogiendo entre los distintos modelos de la marca Schneider Electric. [12]

DENOMINACIÓN APARAMENTA	PODER DE CORTE
NS 1000	50kA
NSX 160	36kA
PIAS C60N	6kA (UNE-EN 60898) 10kA (UNE-EN 60947-2)

Tabla 38. Selección de poder de corte de la aparamenta. Elaboración propia

En el plano del Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), se pueden observar donde van situados cada interruptor automático.

3.4.6 Cálculos luminotécnicos.

La distribución de luminarias y su intensidad luminosa se elaborará cumpliendo los valores de iluminancia media, índice de rendimiento cromático y valor de eficiencia energética impuestos por el Código Técnico de la Edificación y la norma UNE 12464-1.

La eficiencia energética se determina según el Código Técnico de la Edificación con la siguiente expresión.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

donde:

- VEEI: valor de eficiencia energética [W/m² por cada 100 lx]
- P: potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]
- S: superficie iluminada [m²]
- E_m: iluminancia media horizontal mantenida [lx].

Los valores de eficiencia energética límites en las diferentes zonas interiores de un edificio se muestran en la tabla 39.



Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 39. Valores límite de eficiencia energética de la instalación según el Código Técnico de la Edificación [2]

Las zonas denominadas aulas y laboratorios, según el Código Técnico de la Edificación, incluyen “*la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.*” [4]

Las zonas comunes incluyen “*los espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.*” [4]

Teniendo en cuenta estos valores y los de iluminancia media, el del índice de rendimiento cromático y el valor de eficiencia energética de la tabla 10 de la memoria descriptiva, y atendiendo a las necesidades de la propiedad se han realizado los siguientes cálculos luminotécnicos mediante la herramienta informática Dialux.

- ✓ Administración con una iluminación media requerida de 300 lux

Sala de instalaciones de comunicaciones

En la sala de instalaciones de comunicaciones situada en administración a partir del modelado de la sala (ver figura 23), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 24 y tabla 40).

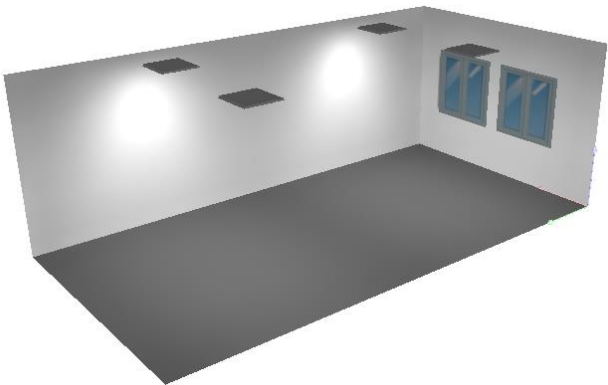


Figura 23. Modelado de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración. Elaboración propia.

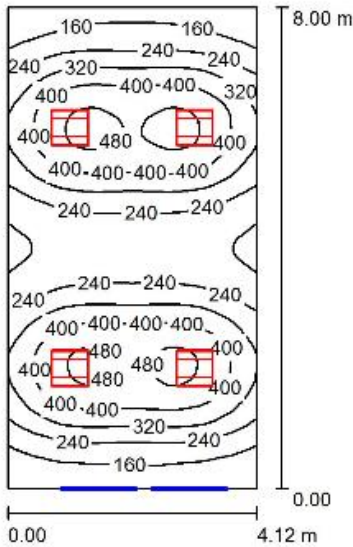


Figura 24. Plano isolux de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	300	102	498	0.339
Suelo	20	254	134	335	0.530
Techo	70	57	38	67	0.674
Paredes (4)	50	129	47	370	

Tabla 40. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración: $4.55 \text{ W/m}^2 = 1.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 21 para un observador situado en la posición de la figura 25 en la sala.

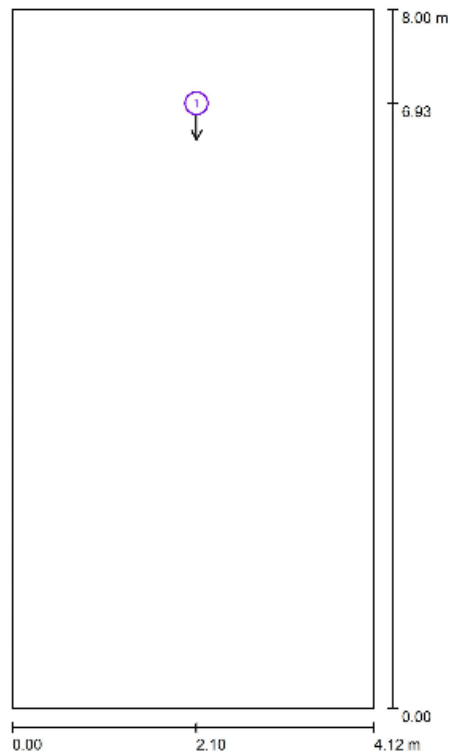


Figura 25. Ubicación del observador UGR.

Sala de secretaría

En la sala de secretaría situada en administración a partir del modelado de la secretaría (ver figura 26), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 27 y tabla 41).



Figura 26. Modelado de la secretaría en administración. Elaboración propia.

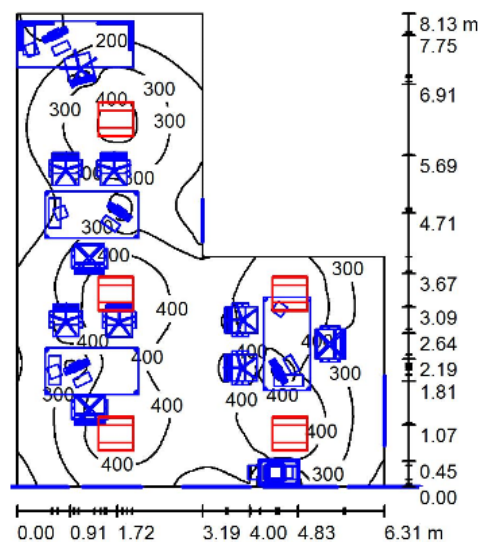


Figura 27. Plano isolux de la secretaría en administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	317	41	501	0.130
Suelo	20	200	13	363	0.063
Techo	70	69	40	121	0.573
Paredes (6)	54	133	15	568	/

Tabla 41. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la secretaría en administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de la secretaría en administración: $4.90 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 21 para un observador situado en la posición de la figura 28 en la secretaría.

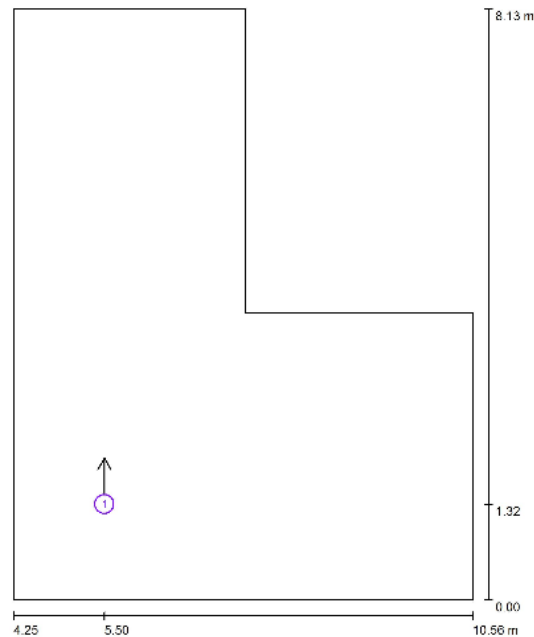


Figura 28. Ubicación del observador UGR.



Archivo

En el archivo de administración, a partir del modelado de la sala (ver figura 29), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 30 y tabla 42).

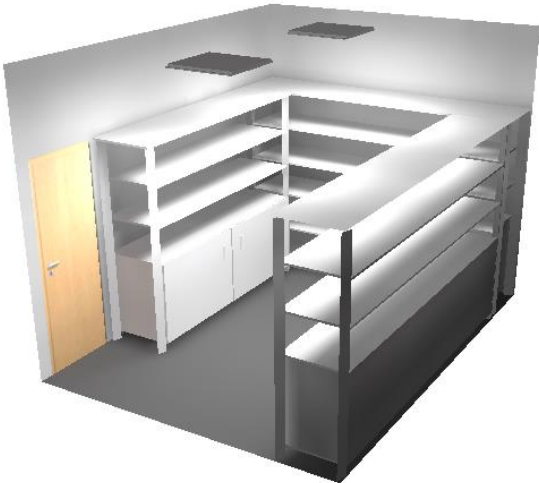


Figura 29. Modelado del archivo de administración. Elaboración propia.

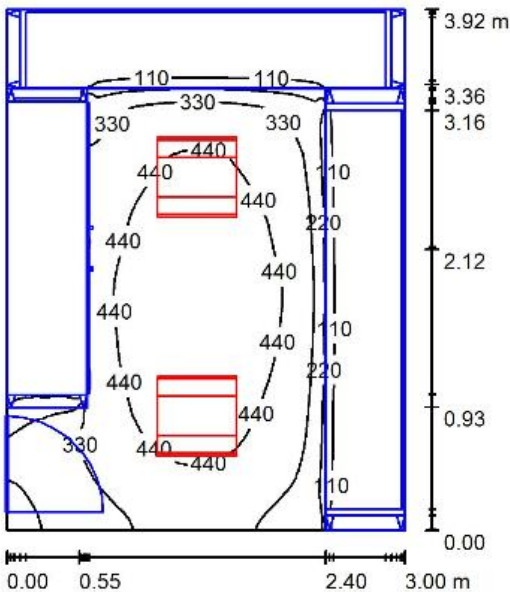


Figura 30. Plano isolux del archivo de administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	269	6.42	525	0.024
Suelo	20	156	2.70	333	0.017
Techo	70	72	48	91	0.671
Paredes (4)	50	66	0.99	338	/

Tabla 42. Cálculos de iluminancia y uniformidad del archivo de administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética del archivo administración: $6.37 \text{ W/m}^2 = 2.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 22 para un observador situado en la posición de la figura 31 en el archivo de administración.

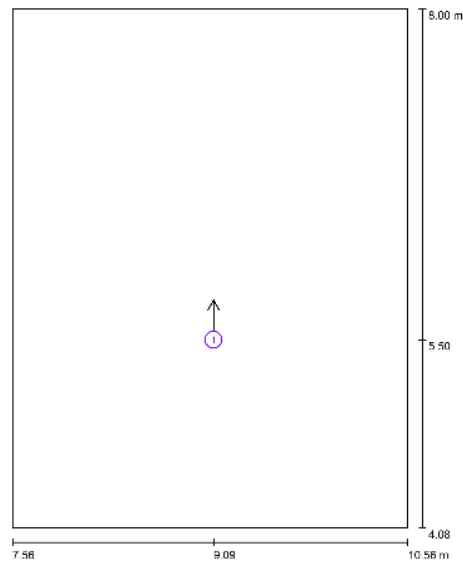


Figura 31. Ubicación del observador UGR.

Despacho

Para uno de los despachos de administración, a partir del modelado de la sala (ver figura 32), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 33 y tabla 43).



Figura 32. Modelado de un despacho en administración. Elaboración propia.

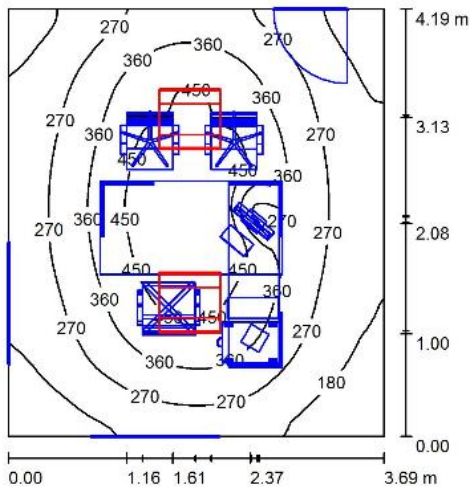


Figura 33. Plano isolux de un despacho en administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	307	109	530	0.357
Suelo	20	154	19	294	0.120
Techo	70	69	44	89	0.638
Paredes (4)	50	122	50	256	/

Tabla 43. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un despacho en administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de un despacho en administración: $4.86 \text{ W/m}^2 = 1.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 17 para un observador situado en la posición de la figura 34 de uno de los despachos de administración.

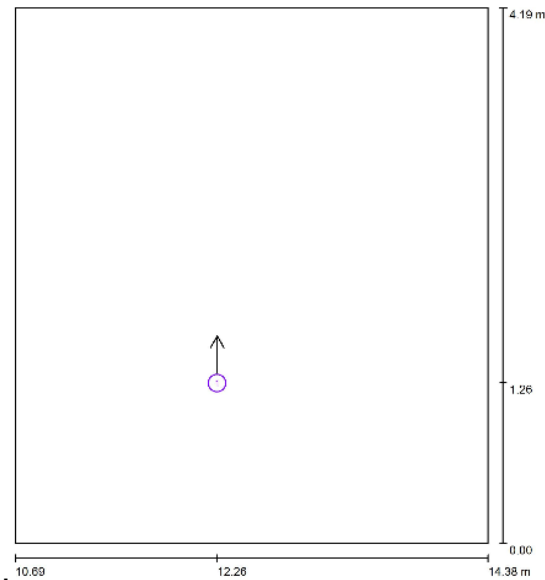


Figura 34. Ubicación del observador UGR.



Sala de estar

En la sala de estar situada en administración, a partir del modelado de la sala (ver figura 35), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 36 y tabla 44).



Figura 35. Modelado de una sala de estar en administración. Elaboración propia.

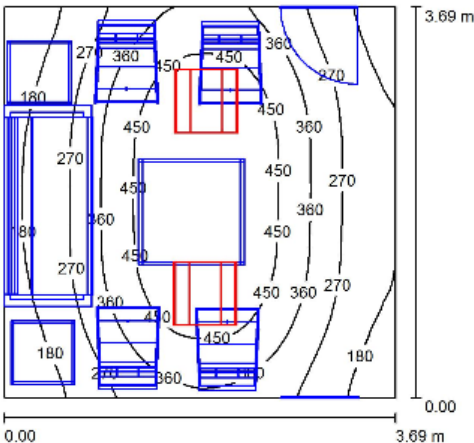


Figura 36. Plano isolux de una sala de estar en administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	335	123	540	0.367
Suelo	20	152	9.19	321	0.060
Techo	70	73	50	89	0.688
Paredes (4)	50	131	4.28	497	/

Tabla 44. Cálculos de iluminancia y uniformidad de una sala de estar en administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de una sala de estar en administración: $5.52 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 17 para un observador situado en la posición de la figura 37 en la sala de estar de administración.

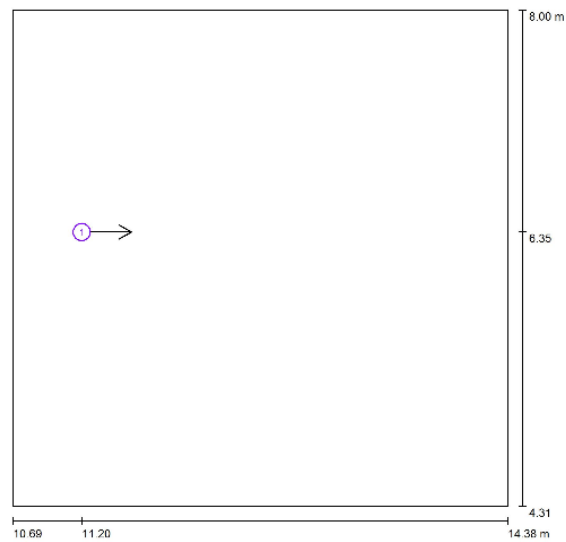


Figura 37. Ubicación del observador UGR.

Sala de profesores

En la sala de profesores situada en administración, a partir del modelado de la sala (ver figura 38), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 39 y tabla 45).

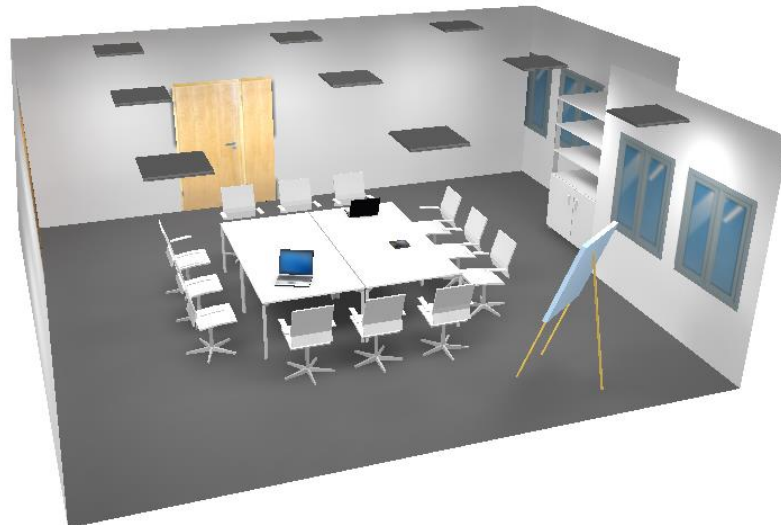


Figura 38. Modelado de la sala de profesores en administración. Elaboración propia.

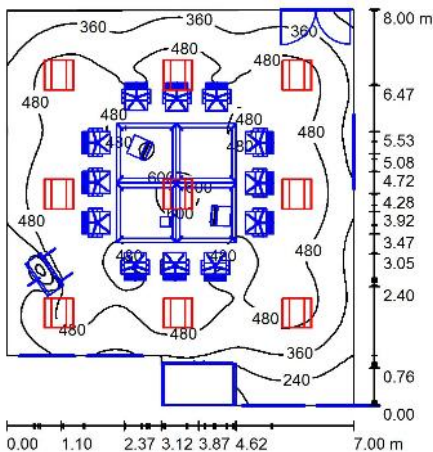


Figura 39. Plano isolux de la sala de profesores en administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	455	45	623	0.099
Suelo	20	298	20	443	0.067
Techo	70	101	52	150	0.515
Paredes (6)	50	183	17	532	/

Tabla 45. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la sala de profesores en administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de la sala de profesores: $6.39 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 19 para un observador situado en la posición de la figura 40 referente a la sala de profesores en administración.

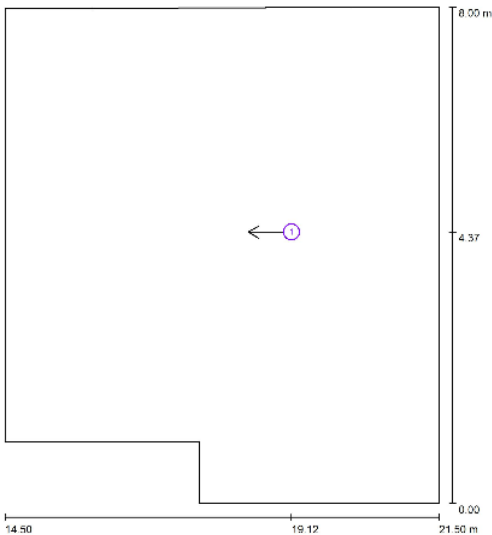


Figura 40. Ubicación del observador UGR.



Despacho grande

Para el despacho más grande de administración, a partir del modelado del local (ver figura 41), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 42 y tabla 46).



Figura 41. Modelado del despacho grande en administración. Elaboración propia.

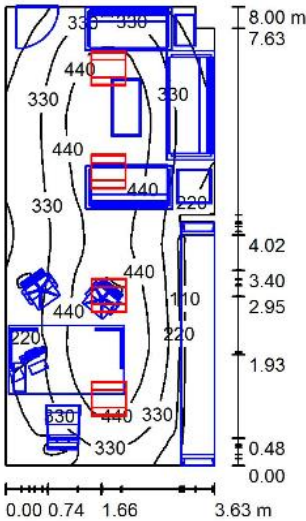


Figura 42. Plano isolux del despacho grande en administración. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	331	17	545	0.052
Suelo	20	168	8.73	364	0.052
Techo	70	72	43	98	0.595
Paredes (10)	50	110	2.76	266	/

Tabla 46. Cálculos de iluminancia y uniformidad del despacho grande en administración. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética del despacho grande de administración: $5.21 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 19 para dos observadores situados en las posiciones de la figura 43 del despacho grande.

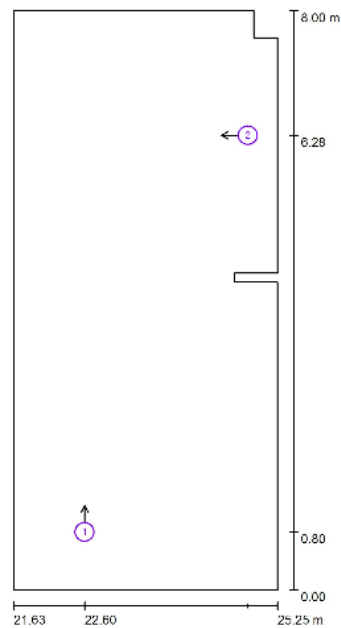


Figura 43. Ubicación de dos observadores UGR.

- ✓ Auditorio con una iluminación media requerida de 300 lux

En el auditorio del centro, a partir del modelado del recinto (ver figura 44), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 45 y tabla 47).

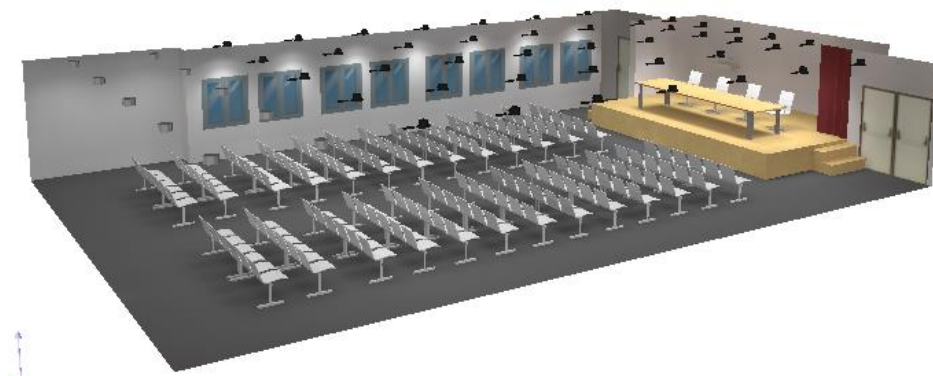


Figura 44. Modelado del auditorio. Elaboración propia.

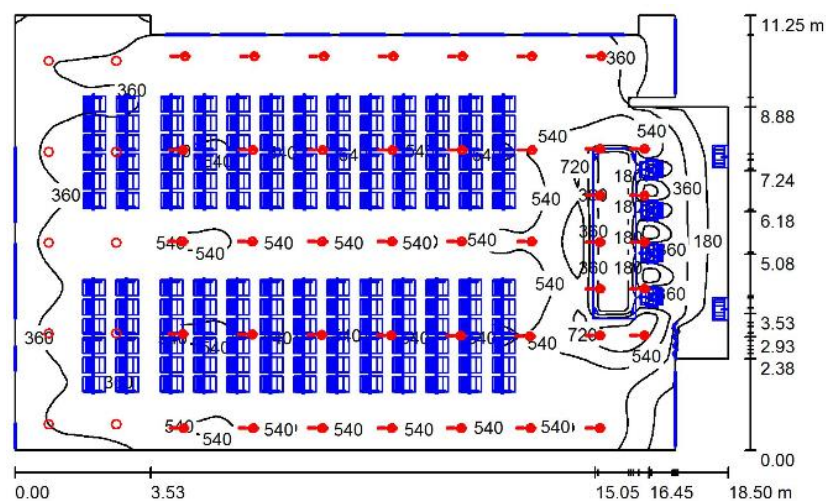


Figura 45. Plano isolux del auditorio. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	431	31	912	0.072
Pisos (5)	25	316	44	793	/
Techo	70	106	38	222	0.361
Paredes (14)	50	149	26	516	/

Tabla 47. Cálculos de iluminancia y uniformidad del auditorio. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética del auditorio: $5.50 \text{ W/m}^2 = 1.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 18 para el número 1 y de 15 para el número 2 para dos observadores situados en las posiciones de la figura 46 a diferentes alturas en el auditorio.

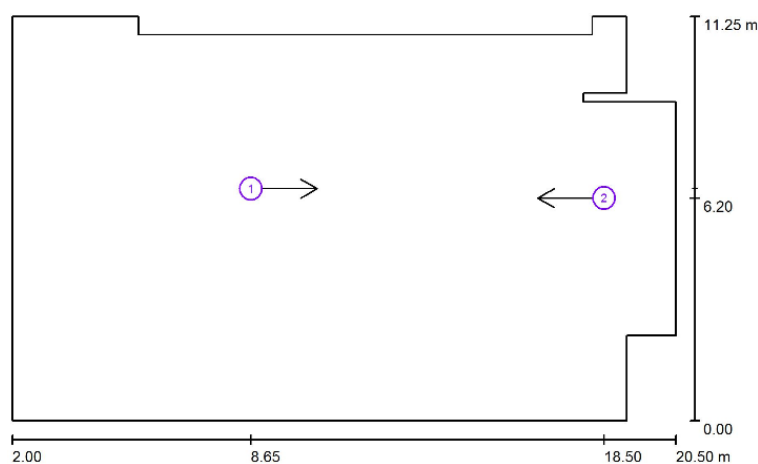


Figura 46. Ubicación de dos observadores UGR.

✓ Comedor con una iluminación media requerida de 300 lux

En el comedor del establecimiento a partir del modelado de la sala (ver figura 47), se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 48 y tabla 48).



Figura 47. Modelado del comedor. Elaboración propia.

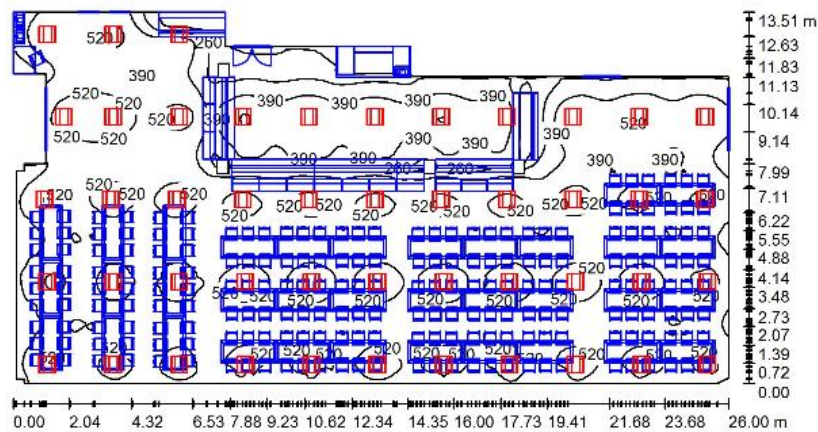


Figura 48. Plano isolux del auditorio. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	445	22	635	0.050
Suelo	20	252	15	520	0.059
Techo	70	117	57	277	0.489
Paredes (17)	50	212	14	839	/

Tabla 48. Cálculos de iluminancia y uniformidad del comedor. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética del comedor: $5.68 \text{ W/m}^2 = 1.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 20 para el número 1, 19 para el número 2 y de 21 para el número 3 para tres observadores situados en las posiciones de la figura 49 a diferentes alturas en el comedor.

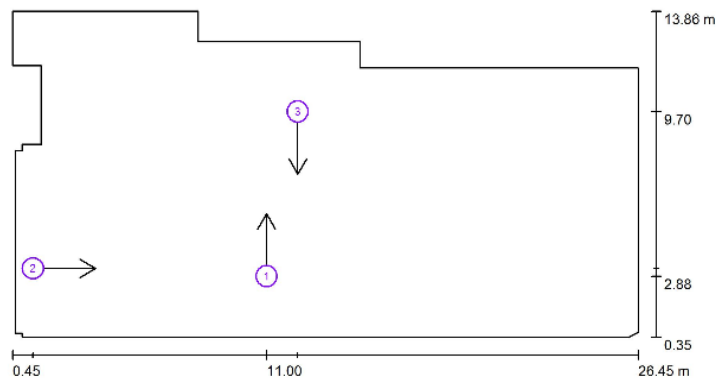


Figura 49. Ubicación de tres observadores UGR.

- ✓ Aulas con una iluminación media requerida de 400 lux y 500 lux en la pizarra

Aula tipo

Para el cálculo de las aulas se ha realizado un modelado de un aula tipo (ver figura 50), ya que todas las aulas son iguales o incluso más pequeñas, con lo que para las luminarias utilizadas se obtienen mejores resultados que las aulas grandes. A partir del modelado del aula tipo se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux del aula (ver figura 51 y la tabla 49) y de la pizarra (ver figura 52 y tabla 50).



Figura 50. Modelado de un aula grande tipo. Elaboración propia.

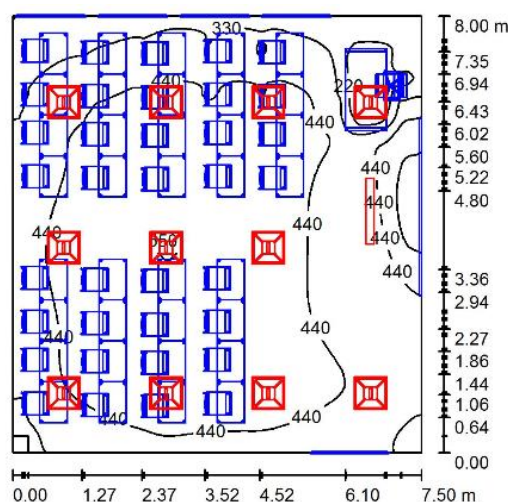


Figura 51. Plano isolux de un aula grande tipo. Elaboración propia.

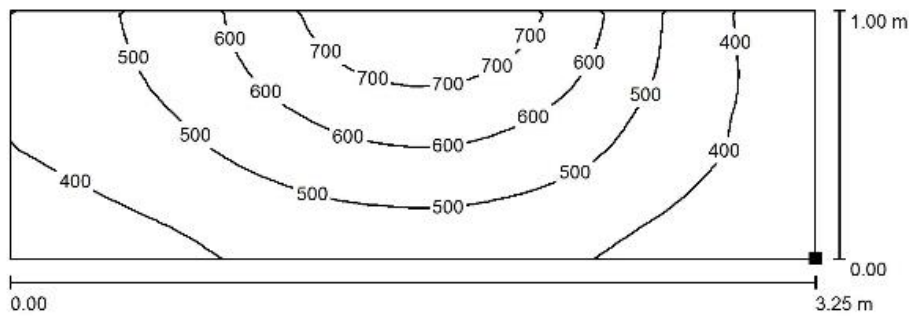


Figura 52. Plano isolux de la pizarra de un aula grande tipo. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	432	97	633	0.225
Suelo	20	225	40	422	0.177
Techo	70	124	77	178	0.623
Paredes (4)	50	241	38	757	/

Tabla 49. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un aula grande tipo. Elaboración propia.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
500	324	796	0.647	0.407

Tabla 50. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la pizarra de un aula grande tipo. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de un aula grande tipo: $8.52 \text{ W/m}^2 = 1.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 19 para el número 1 y 18 para el número 2 para dos observadores situados en las posiciones de la figura 53 a diferentes alturas de un aula grande tipo.

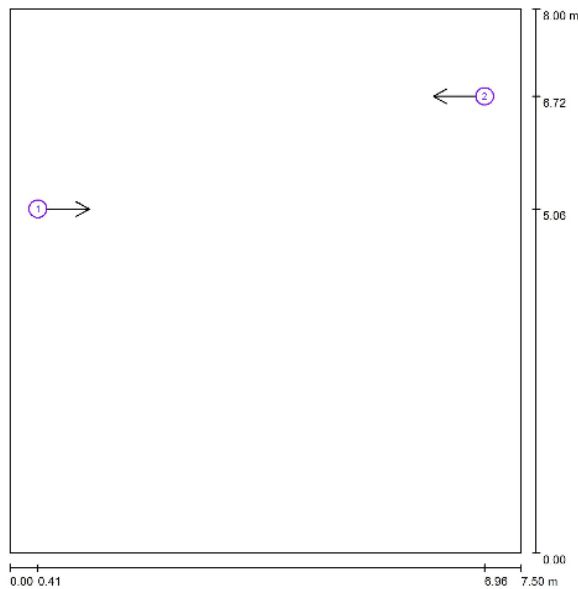


Figura 53. Ubicación de dos observadores UGR.



✓ Aseos con una iluminación media requerida de 150 lux

Al igual que para las aulas, se ha realizado un modelado de un aseo tipo (ver figura 54), ya que todas los aseos son similares. A partir del modelado del aseo tipo se obtienen los resultados de iluminación con sus curvas isolux del aula (ver figura 54 y la tabla 51).

Aseo tipo

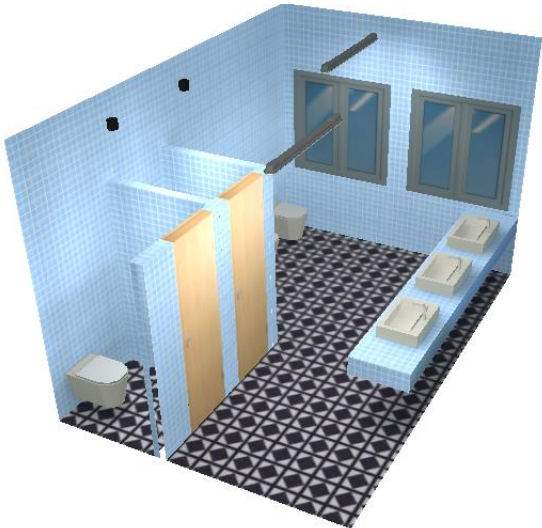


Figura 54. Modelado de un aseo tipo. Elaboración propia.

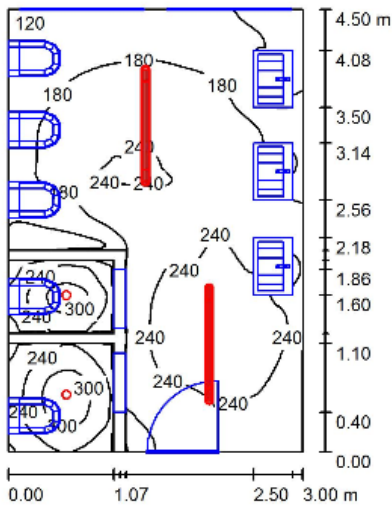


Figura 55. Plano isolux de un aseo tipo. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	209	83	346	0.395
Suelo	30	124	27	186	0.219
Techo	61	80	49	120	0.610
Paredes (4)	67	112	12	253	/

Tabla 51. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un aseo tipo. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de un aseo tipo: $5.19 \text{ W/m}^2 = 2.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 19 para el número 1, 1 menor de 10 para el número 2 y nulo (sin deslumbramiento) para el número 3, para tres observadores situados en las posiciones de la figura 56 de un aseo tipo.

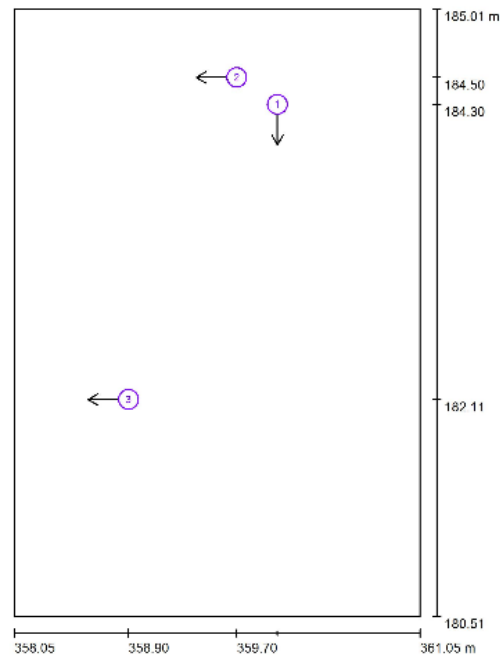


Figura 56. Ubicación de tres observadores UGR.

- ✓ Pasillos con una iluminación media requerida de 150 lux

Pasillo tipo

Para el cálculo luminotécnico de los pasillos, se ha creado el modelado de un pasillo tipo (ver figura 57), a partir del cual se calculan los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 58 y tabla 52).

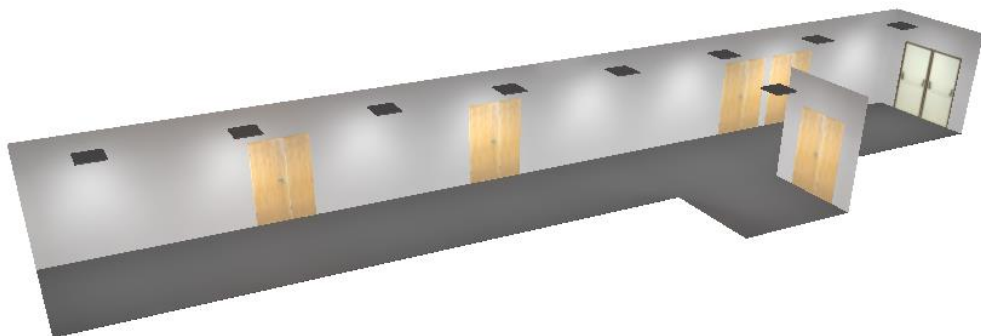


Figura 57. Modelado de un pasillo tipo. Elaboración propia.

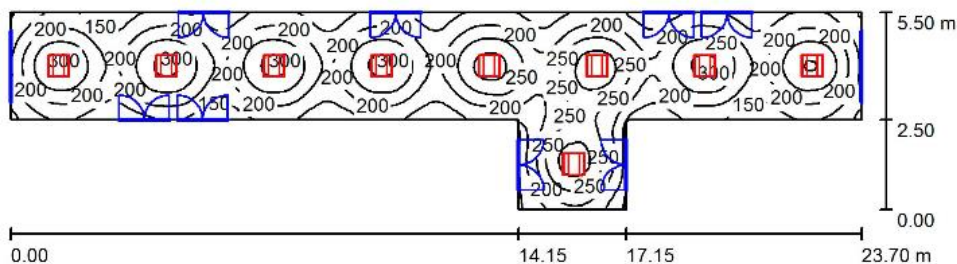


Figura 58. Plano isolux de un pasillo tipo. Elaboración propia.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	210	90	332	0.430
Suelo	20	178	104	233	0.586
Techo	70	42	32	51	0.778
Paredes (8)	50	91	37	191	/

Tabla 52. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un pasillo tipo. Elaboración propia.

Valor de eficiencia energética de un pasillo tipo: $2.81 \text{ W/m}^2 = 1.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El valor del índice de deslumbramiento unificado (UGR) es de 20 para un observador situado en la posición de la figura 59 de un pasillo tipo.

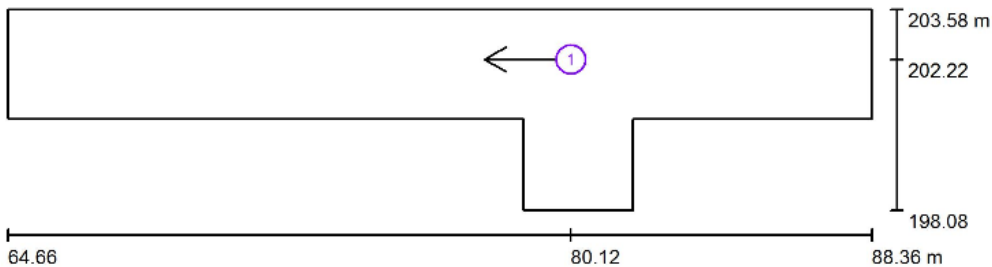


Figura 59. Ubicación de un observador UGR.

✓ Alumbrado exterior

Para la iluminación exterior se ha previsto la distribución que se muestra en la figura 60, buscando obtener una iluminancia media de 20 lux en la periferia del edificio a nivel de suelo. Con esta distribución se han obtenido los resultados de iluminación con sus curvas isolux (ver figura 61 y tabla 53).

El cálculo luminotécnico del entorno exterior, mediante la herramienta dialux, ha tenido en cuenta las uniones entre estructuras del edificio que deja un valor de iluminancia igual a 0. Por esto el valor de iluminancia media E_m calculado con el programa disminuye bastante al realizar la media con ese valor 0. Sin embargo, en la realidad se podría apreciar un valor mucho mayor.

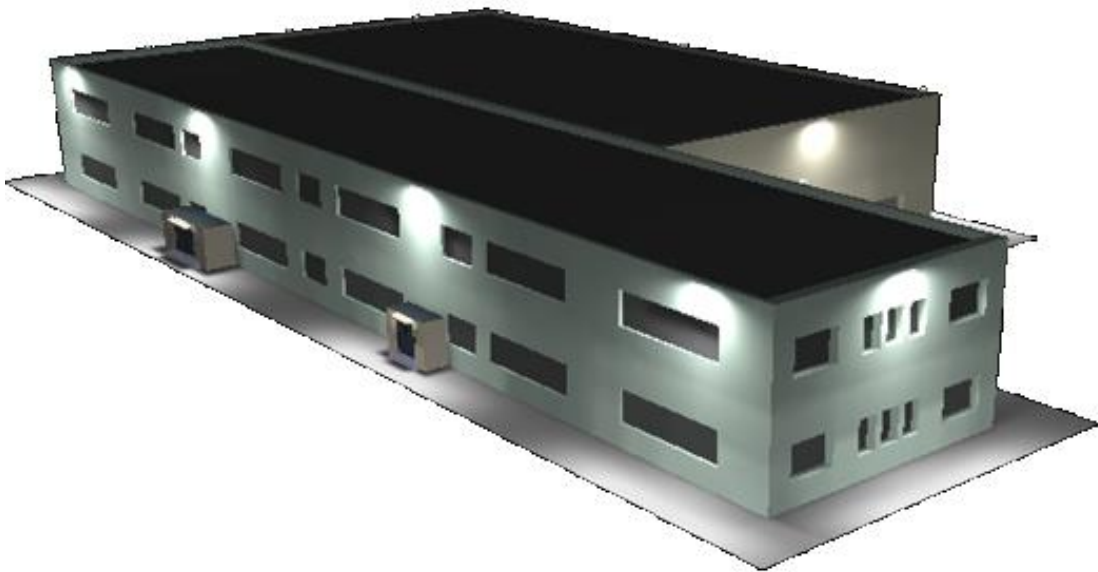


Figura 60. Modelado del edificio. Elaboración propia.

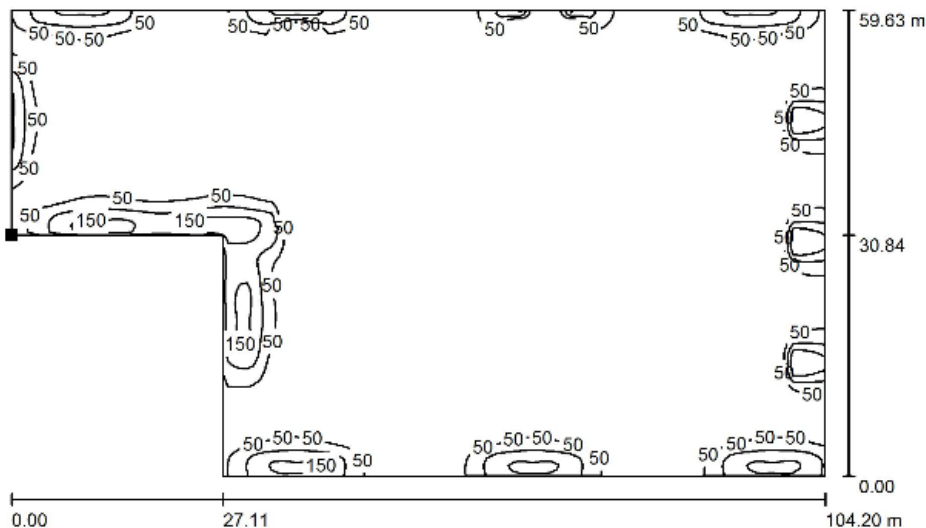


Figura 61. Plano isolux del exterior del edificio. Elaboración propia.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	0.00	200	0.000	0.000

Tabla 53. Cálculos de iluminancia y uniformidad del exterior del edificio. Elaboración propia.

3.4.7 Cálculo del alumbrado de emergencia

Las luminarias de emergencia serán de Led con 350 lúmenes y 1 hora de autonomía. Utilizando la siguiente fórmula, en cada zona, se obtienen los lux en cada una de ellas.

$$lux = \frac{Lúmenes}{m^2}$$

En la tabla 64 se observa que todas las zonas cumplen con le normativa.



		Luminarias	
ZONA	Superficie (m²)	350 (lumenes)	Lux
<i>En planta semisótano</i>			
Garaje	2107	20	3,27
Sala Informática	62,91	2	10,94
Aulas 5uds x 60 m²	300	10	11,47
Aseos 2uds x 13,5 m²	27	2	25,48
Pasillos	407,85	17	14,34
Aseo de planta	18,57	1	18,52
Aseo grande	41,34	2	16,64
Pasillo cámaras	32,87	3	31,40
Despachos	26,16	2	26,30
Escaleras	58,82	4	23,39
Instalaciones	207	10	16,62
<i>En planta baja.</i>			
Aulas 18uds x 60 m²	1080	30	9,56
Aseos 6uds x 13,5 m²	81	6	25,48
Cocina	145,162	11	26,07
Comedor	357,17	8	7,71
Pasillos	885,86	32	12,43
Auditorio	305,45	11	12,39
Escaleras	105,5	7	22,82
Aseo de planta 2 x 18,5 m²	37	2	18,59
Administración	211,12	7	11,41
<i>En planta primera.</i>			
Aulas 30uds x 60 m²	1800	57	10,89
Aseos 12uds x 13,5 m²	162	12	25,48
Pasillos	956	28	10,08
Escaleras	132	7	18,24
Aseo de planta 3 x 18,5 m²	96	3	10,75
<i>En planta segunda.</i>			
Aulas 12uds x 60 m²	720	24	11,47
Aseos 4uds x 13,5 m²	162	4	8,49
Pasillos	509,9	7	4,72
Escaleras	43,32	3	23,82
Aseo de planta 2 x 18,5 m²	37	2	18,59

Tabla 54. Cálculo de lux que emite el alumbrado de emergencia en las distintas aéreas del centro. Elaboración propia

4. PLIEGO DE CONDICIONES



4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Objeto y alcance

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de Electricidad correspondientes al a un conjunto de viviendas situado en la parcela UE-1.1.a “Charnela Colmenar Viejo” en Tres Cantos (Madrid), formado por 154 viviendas distribuidas en 5 portales, así como los servicios comunes (garajes, urbanización, piscina, pistas deportivas, y gimnasio).

En particular, se definen los siguientes conceptos:

- ✓ Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- ✓ Trabajos a realizar por el Contratista.
- ✓ Forma de realizar las instalaciones y el montaje.
- ✓ Pruebas y ensayos, durante el transcurso de la obra, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- ✓ Garantías exigidas.

Será cometido del Contratista el suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

Asimismo, será cometido del Contratista lo siguiente:

- ✓ La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la D.T. estime de su competencia, aun no estando incluidas expresamente.
- ✓ Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- ✓ Planos finales de obra, “as built”, en papel y en soporte informático, y tres dossieres con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:
 - Todos los trabajos eléctricos instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
 - Todos los trabajos eléctricos instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.



- Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirles el recorrido por simple inspección a través de los medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.
 - ✓ La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
 - ✓ Las zanjas y rozas que se precisen para paso de tuberías, así como su posterior remate y sellado.
 - ✓ Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
 - ✓ Los huecos de paso de los tubos se realizarán con brocas, colocando pasatubos, y el paso de las bandejas haciendo cortes limpios y colocando un marco que delimite el hueco.
 - ✓ Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
 - ✓ El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.
 - ✓ Los elementos de fijación y soporte, previa aprobación de los mismos por la D.T., de todos los aparatos: cuadros, bandejas, conductores, conducciones y tuberías, que se consideren de su competencia.
 - ✓ Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
 - ✓ Las bancadas y sistemas antivibradores para equipos y cuadros que lo requieran o indique la D.T.
 - ✓ La pintura en el color que se defina de cuadros, equipos, tubos, bandejas, canalizaciones, conducciones, etc., que discurran por zonas de público u otros espacios y, no estando expresamente recogido en otros apartados de este Proyecto, lo ordene la D.T.
 - ✓ La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
 - ✓ En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente.

4.1.2 Definiciones

Para la instalación eléctrica, el término “Contratista” significa la empresa que ejecuta dicha instalación, o su representante autorizado.



El término “Dirección Técnica”, en adelante D.T., significa la persona o personas responsables técnicamente del montaje, o su representante.

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones eléctricas, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define a continuación haciendo caso omiso a indicaciones contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones eléctricas.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionamiento, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costos de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para realizar la instalación.

En los términos “Instalación” o “Montaje” se entenderá incluido el costo de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, fijación de cuadros, cajas, bases de columnas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexión eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o a las cosas.

“Proveer”: Suministrar e instalar.

“Nuevo”: Fabricado hace menos de dos años y nunca usado anteriormente.

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

4.1.3 Normativa y reglamentación

Los materiales de la instalación deberán cumplir lo previsto en la legislación vigente, siendo de aplicación la normativa siguiente:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002)



- UNE 20-315-79 Bases de Toma de Corriente y Clavijas
- UNE 20 324 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20 451 Requisitos generales para envolventes de instalaciones eléctricas fijas de usos domésticos y análogos.
- UNE 60 947 Aparamenta de Baja Tensión.
- UNE 20 317 Interruptores automáticos magnetotérmicos.
- UNE 20 383 Interruptores automáticos diferenciales por intensidad de defecto a tierra.
- UNE-EN 60 439 Conjunto de aparamenta de Baja Tensión.
- UNE 20-353-73 Interruptores y Conmutadores Manuales
- UNE 20-353-79 Interruptores y Conmutadores Manuales
- UNE 20-353-82 Interruptores y Conmutadores Manuales
- UNE 20-360-82 Interruptores y Conmutadores Manuales
- UNE 20.361-82 Interruptores de pequeña apertura de contacto
- NTE-IEB Baja Tensión
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo según Decreto 432/1971 de 11 de Marzo de 1971 y Orden de 9 de Marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica según Decreto de 12 de Marzo de 1954 B.O.E. de 28 de Mayo de 1954 e instrucciones complementarias según Real Decreto 724/1979 de 2 de Febrero B.O.E. de 7 de Abril de 1979.

4.1.4 Centro de Seccionamiento y Centro de Transformación

4.1.4.1 Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos



combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

4.1.4.2 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

4.1.4.3 Transformadores de potencia

Se plantean dos edificios en este proyecto, uno el llamado Centro de Seccionamiento, que pertenece a la compañía Eléctrica, y otro el llamado Centro de Transformación, que pertenece al cliente o abonado en MT.

El Centro de Seccionamiento no emplea ningún transformador.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.



Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.1.4.4 Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.



- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

4.1.4.5 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

4.1.4.6 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.



4.1.4.7 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.1.4.8 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

4.1.5 Grupos electrógenos

Si por necesidades del proyecto o de la D.T. es necesario instalar un suministro complementario en aplicación de la instrucción ITC-BT-28 mediante un Grupo Electrógeno, como se ha previsto para el centro, todo se efectuará acorde al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

En caso de instalarlo en un local techado, el techo deberá estar aislado, evitando el paso por este de tuberías con líquidos o gases. Además el local deberá establecer huecos desde el exterior que posibiliten la entrada y salida del aire para la refrigeración por radiador y combustión del motor o mediante un intercambiador de calor y una torre de refrigeración alejada del grupo. También necesitará una chimenea para evacuar los gases de escape. Como condición, la velocidad del aire que pase por los huecos no deberá ser superior a 5 m/s.

En aplicación del Código Técnico de la Edificación el local deberá cumplir con las características de las zonas de riesgo especial y colocar cerramientos interiores con una resistencia al fuego RF-120.



El Contratista deberá facilitar a la D.T. todos los planos de ubicación y necesidades del local si fuera necesaria una obra civil auxiliar, y que la D.T. dé su aprobación para proceder al suministro del grupo electrógeno.

El funcionamiento del grupo será en reserva del suministro normal distribuido por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque, su desconexión y parada y sus maniobras de conexión a red automáticas por fallo en el suministro o cuando vuelva el suministro normal.

El neutro del grupo electrógeno se conectará a tierra mediante una toma independiente de las del resto de instalaciones.

El grupo se suministrará completamente montado y probado por el fabricante. En caso de colocar los distintos elementos del grupo para su correcto funcionamiento, se podrán alejar de la bancada el cuadro eléctrico de mando y control, la chimenea para los gases de escape y el sistema de refrigeración, sin embargo, la solución que proponen la mayoría de fabricantes de colocar todos estos en un solo bloque es la que presenta mejores características.

Las características que determinen al grupo serán las siguientes:

- ✓ Potencia en servicio principal en CV o KW.
- ✓ Potencia en servicio de emergencia en CV o KW.
- ✓ Potencia máxima del alternador en KVA.
- ✓ Factor de potencia para el que se da en KVA la potencia del alternador.
- ✓ Tensión de suministro en sistema trifásico.
- ✓ Frecuencia de la corriente alterna.
- ✓ Modo y tipo de arranque.
- ✓ Tipo de combustible y consumo del mismo.
- ✓ Tipo de refrigeración.
- ✓ Peso y tamaño.

Al situarse el grupo en la cubierta y estar el edificio aislado, no existen impedimentos con las chimeneas para los gases de escape y únicamente deberán sobresalir una altura suficiente sobre la cubierta.

Todas las características comentadas, sistema de refrigeración y el resto de instalaciones complementarias se ajustarán a lo explicado en la memoria.

4.1.5.1 Componentes

Los componentes del grupo para su fabricación y construcción cumplirán con las normas ISO DIS 8528, DIN 6270,6271 y 9280, AS1359 y 2789 y IEC-34/1.

4.1.5.1.1 Motor de combustión

Mediante un sistema de aspiración se refrigerará por agua o por aire, según las características del grupo electrógeno presupuestado.



El motor estará equipado con los siguientes sistemas:

- ✓ Alimentación del combustible con filtro y tuberías flexibles de retorno y alimentación y lubricación con radiador refrigerador, cárter con respiradero, filtro de aceite, tubo de llenado y varilla de nivel.
- ✓ Arranque eléctrico con motor de corriente continua y batería de acumuladores o por aire comprimido según la memoria y/o grupo presupuestado.
- ✓ Admisión y escape con colectores de escape secos, filtros de aire, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- ✓ Sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, sobrevelocidad y alta temperatura del agua de refrigeración.
- ✓ Sistema de refrigeración con bomba para el agua y radiador e intercambiador de calor según lo presupuestado.
- ✓ Sistema de mando y control con parada manual entre otras características.

4.1.5.1.2 Alternador

Será trifásico autorregulado, con protección antigoteo y un único cojinete, compuesto de diodos supresores de sobretensiones debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, excitatriz y rotor.

Incorporará un módulo de regulación sin partes móviles protegida con resina y en función de la frecuencia, su control sobre la tensión de fases se efectuará mediante un sistema de sensores que garantice y mejore la regulación en el caso de inestabilidad de fases en la carga.

4.1.5.1.3 Acoplamiento y Bancada

La unión entre el alternador y el motor se efectuará por medio de un acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá colocado e instalado sobre bancada fabricada en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

4.1.5.1.4 Cuadro de Protección, Arranque y Control

El cuadro podrá colocarse en bancada o aparte y en él se instalarán los siguientes elementos:

- ✓ Un interruptor automático de corte onnipolar de protección del circuito de potencia para garantizar la seguridad y poder así conectarse al panel de conmutación del Cuadro General de Baja Tensión. Además incorporará un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- ✓ Analizadores de tensión de Red y Grupo regulables.
- ✓ Módulo para vigilancia y mando por control informático.
- ✓ Cargador automático de batería de acumuladores.
- ✓ Aparatos de medida de carga de acumuladores y consumos.



- ✓ Panel de alarmas y funciones con pulsadores luminosos.
- ✓ Protecciones para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

4.1.5.1.5 Depósito de combustible

El volumen del depósito deberá ser tal que permita un funcionamiento continuo a plena carga durante ocho horas. Deberá colocarse en el local apoyado en el suelo o sobre un bastidor a menos que la D.T. proponga otro lugar de ubicación. También deberá contener una bomba manual de llenado por manguera, respiradero, válvulas de purga, sensor de nivel con contacto de alarma y tomas altas de retorno y bajas para impulsión de gasóleo.

4.1.5.1.6 Conjunto de herramientas

Se suministrará un maletín de herramientas específico para el grupo electrógeno y con un mínimo de 70 unidades formado, entre otras herramientas, por: alicates, bomba de engrase, llaves, juego de galgas, cepillos, martillos, juego de destornilladores y atornilladores, etc.

4.1.5.1.7 Documentación y apoyo técnico

El Contratista deberá incluir la documentación técnica del grupo. Información como los esquemas del cuadro de control, manual de mantenimiento y un curso básico de formación al personal de mantenimiento del centro sobre el grupo electrógeno.

Todas las obras complementarias en relación a la instalación del grupo deberán cumplir con los planos aprobados por la D.T. y las recomendaciones del fabricante intentando cumplir nuevas instrucciones de la D.T. en la medida de lo posible.

4.1.5.1.8 Pruebas reglamentarias en la puesta en marcha

Se deberán revisar el acabado y estado de las instalaciones una vez colocado y montado el grupo electrógeno. Y tendrá que cumplir con las siguientes pruebas.

- ✓ Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red.
Se realizarán las siguientes maniobras con los distintos pulsadores del panel del cuadro de protección, arranque y control.
 - Arrancada del grupo hasta que se alcance la frecuencia y tensiones nominales.
 - Verificar el funcionamiento de las conmutaciones realizando una transferencia de carga de Red al grupo.
 - Con el grupo en este estado se procederá a cortar el suministro general de Red verificando que así no es posible transferir nuevamente a Red de forma manual. Una vez realizado esto, se conectará otra vez el suministro general de Red.
 - Completados satisfactoriamente los anteriores apartados, se transferirá manualmente la carga desde el grupo a la Red, comprobando de nuevo el funcionamiento correcto de las conmutaciones.



- Detención del grupo electrógeno.
- ✓ Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red.
El grupo deberá arrancar automáticamente por fallo de alguna de las fases, fallo total del suministro de Red, valores de tensión de Red (fuera de los límites establecidos), inversión de la secuencia de fases y modificación de la frecuencia de la tensión de Red (fuera de los límites fijados).
En este modo se efectuarán las siguientes maniobras:
 - Verificar el arranque y la transferencia de carga de grupo a Red por las causas descritas, que deberá realizarse entre 20 y 30 segundos.
 - Adecuación de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias.

Una vez realizada una transferencia de grupo a Red, el grupo electrógeno debe mantenerse girando para refrigerarse, deteniéndose por sí solo y permaneciendo en vigilancia para empezar un nuevo proceso. El retardo mínimo de la transferencia de grupo a Red deberá ser de 15 segundos para comprobar la estabilidad del retorno.

4.1.6 Descripción de la instalación de baja tensión

Los materiales, equipos y trabajos incluidos en este documento comprenden todas las instalaciones de electricidad en Media y Baja Tensión que le sean encomendadas al Contratista, así como los trabajos auxiliares eléctricos, mecánicos o de albañilería relacionados con ellas.

Los planos para las instalaciones eléctricas utilizan símbolos y diagramas esquemáticos que no tienen un significado dimensional, ni indican el posicionamiento final exacto de los elementos. Tienen la intención de facilitar una información general para montaje. Estos símbolos no obvian la coordinación de los distintos elementos indicados o incluidos en las instalaciones eléctricas. Los trabajos por tanto serán realizados para satisfacer las intenciones expresadas en las representaciones esquemáticas de los planos eléctricos, y en conformidad con las dimensiones indicadas en los planos finales de montaje, implantaciones en campo, y planos de montaje de los contratistas. En particular la información acerca del tamaño exacto, ubicación y conexiones eléctricas de los equipos mecánicos serán consecuencia de los documentos de los proyectos de Fontanería y Aire Acondicionado.

Asimismo, este Pliego de Condiciones servirá para definir los materiales, equipos y montaje de índole eléctrico incluidos en otras instalaciones, tales como Detección de Incendios, Seguridad, Fontanería y Saneamiento, Protección Contra Incendios y Ventilación, cuando en sus memorias y pliegos de condiciones se haga referencia explícita al presente documento.



4.1.6.1 Marcas y modelos alternativos

Se ofertarán e instalarán las marcas y modelos de los materiales y equipos definidos en los documentos del proyecto.

En caso de existir cualquier razón relacionada con el plazo o el coste para emplear otras marcas o modelos diferentes a los reflejados en proyecto, el Contratista podrá presentar soluciones alternativas a la D.T., por escrito y siempre debidamente justificadas. De ser así, el Contratista presentará precios contradictorios, siempre que puedan ser comparados con la solución base de proyecto y que las calidades a emplear sean de características similares o superiores a las especificadas.

4.1.7 Dirección de obra

El Contratista actuará en todo momento bajo las órdenes de la D.T., a quien únicamente pedirá la conformidad de sus trabajos y nuevas necesidades y, de acuerdo con la cual, resolverá los problemas o incidencias que pudieran presentarse.

4.1.8 Ejecución de trabajos específicos

4.1.8.1 Soldadura

La soldadura a estructuras metálicas o a elementos de sujeción y de soporte debe ser llevada a cabo por soldadores especializados. Los cordones de soldadura se limpiarán cuidadosamente de escoria y deposiciones y se indica en el apartado 3.3.

No se permite soldar a depósitos, tanques, etc., sin el permiso de la D.T., debido a la posibilidad de creación de tensiones en el material.

La soldadura a estructuras metálicas se acepta normalmente, pero el Contratista consultará con la D.T. antes de comenzar cualquier trabajo de soldadura.

4.1.8.2 Fijación de equipos, soportes y herrajes

Para sujetar equipos eléctricos y soportes a estructuras metálicas o equipos mecánicos, se aplicarán los métodos y limitaciones detallados a continuación.

Las estructuras metálicas no se agujerearán, a menos que los agujeros vengan indicados en planos aprobados. Los agujeros se ejecutarán en lugares tales que la resistencia estructural del elemento agujereado sea afectada al mínimo.

El uso de fijaciones por medio de pistola, sólo está permitido en elementos metálicos, quedando terminantemente prohibido su uso en otro tipo de estructuras.

Antes de colocar tornillos y tuercas, se engrasarán.

Los soportes o fijaciones no se sujetarán a tuberías, soportes de tuberías o colgadores de tuberías.

Para fijaciones a fábricas de ladrillo, se usarán tacos de plástico con tornillos adecuados. Para sujeciones a paredes o estructuras de hormigón se usarán elementos de acero de alta resistencia, introducidos en la pared por medio de



máquina percutora, sistema spit-rock o procedimiento similar, quedando totalmente prohibido el uso de pistolas spit o similares.

4.1.8.3 Pintura

Antes de dar por concluida la instalación, todas las superficies de los herrajes suministrados por el Contratista serán limpiadas con un cepillo de alambre metálico para quitar el óxido, costras, escamas y las partículas extrañas, hasta conseguir que la superficie del metal quede perfectamente limpia.

Una vez hecho esto, las mismas superficies se tratarán con una capa de imprimación de minio. Las posteriores manos de acabado con pintura serán llevadas a cabo por otros.

4.1.9 Materiales

Todos los equipos y materiales que se empleen en la instalación, cumplirán lo siguiente:

- ✓ Estarán fabricados de acuerdo con las normas vigentes.
- ✓ Serán de buena calidad.
- ✓ Serán de fabricación normalizada y comercializados en el mercado nacional.
- ✓ Tendrán las capacidades que se especifican para cada uno de ellos.
- ✓ Se montarán siguiendo las especificaciones y recomendaciones de cada fabricante siempre que no contradigan las de estos documentos.
- ✓ Estarán instalados donde se indica de forma que se pueda realizar el mantenimiento o reparación sin emplear tiempos y medios especiales. Todos los elementos tienen que ser fácilmente accesibles y desmontables, previendo el Instalador el espacio necesario para ello, aunque no esté especificado.

4.1.9.1 Tornillería

Toda la tornillería será de rosca métrica y galvanizada en caliente. Se emplearán siempre, además de tornillos y tuercas, arandelas normales y tipo Grower.

En zonas con un especial ambiente corrosivo se usarán otros materiales tales como acero inoxidable, materiales plásticos, etc.

4.1.9.2 Bandejas

Las características de las bandejas y el método de sujeción se detallan en planos. Cuando en los recorridos horizontales de bandejas no se indique en planos si su colocación es horizontal o vertical, se supondrá que van colocadas horizontalmente.



Cuando las bandejas vayan fijadas a la pared se utilizarán soportes de suficiente profundidad para permitir el paso de las manos, por detrás de la bandeja, para poder sujetar los cables.

En todos los tramos de bandeja que se encuentren colocados entre el nivel del suelo terminado y los dos metros de altura se colocará una tapa o contrabandeja como protección de los cables. El material del que estará hecha dicha tapa será el mismo de su correspondiente bandeja, ya sea chapa de acero o material plástico. En todo caso, la tapa será ciega y de una sola pieza.

Los accesorios, incluyendo codos verticales y horizontales, intersecciones, tes, montantes y reducciones de sección, serán realizadas por el fabricante de la bandeja. El fabricante de la bandeja y de los accesorios será único para el proyecto.

Los cortes en las bandejas de metal, se harán por las zonas de metal continuo, y no por las zonas con perforaciones. Las rebabas o los rebordes irregulares deberán ser eliminados antes de la instalación de las secciones de la bandeja, serán protegidas con anillos de roce u otro sistema que evite daño en los cables durante su tendido.

Los tornillos para fijación de tramos de bandeja entre sí se colocarán con la cabeza por el interior de la misma. Los tornillos para la fijación de la tapa a la bandeja serán autorroscantes, de punta roma.

En los tramos rectos, la bandeja debe quedar perfectamente alineada con los paramentos.

Antes de iniciar la instalación de las bandejas, se verificará que no existen impedimentos para instalarlas tal como figura en planos. Cuando las condiciones de montaje necesitaran la fabricación in situ, la D.T. revisará las propuestas antes de que comience la fabricación. Las calidades de fabricación y los acabados no serán inferiores a las del fabricante.

Cualquier modificación sobre el recorrido previsto de las bandejas deberá ser comunicada y aprobada por la D.T.

4.1.9.3 Tubos

Los tubos para la canalización y protección de los cables eléctricos deberán ser examinados, antes de ser instalados, para comprobar que están limpios y sin salientes, tanto por el interior como por el exterior, y que los extremos están exentos de rebabas o cantos vivos.

Los extremos de los tubos metálicos se protegerán con una boquilla de plástico fijada a presión.

Los tubos metálicos se fijarán a las cajas, paneles, etc. por medio de tuerca y arandela por el interior y exterior.

En zonas de servicio tales como salas de máquinas y en falsos techos, los tubos irán en instalación superficial. En zonas nobles la instalación será empotrada.

En zonas de servicio se utilizarán tubos rígidos fijados a paredes y techos con grapas con una separación máxima de 0,5 m. En zonas con peligro de oxidación se utilizarán grapas de plástico o de chapa galvanizada en caliente. En las demás



zonas podrán usarse de chapa galvanizada. Para la fijación de las grapas se utilizarán tacos de plástico fijados a la pared con tornillo apropiado.

En el interior de falsos techos y cuando la instalación vaya empotrada por las paredes, se utilizarán tubos corrugados reforzados. La separación de las grapas de fijación podrá ser superior a 0,5 m pero inferior a 0,8 m cuando la instalación vaya por el falso techo. Para la fijación de los tubos al techo se utilizarán grapas de material plástico por medio de tacos y tornillos.

En instalaciones vistas, los tubos se colocarán perfectamente rectos, alineados con los paramentos.

Cuando se utilicen cables multipolares, las curvas podrán ser "al aire" es decir, sin tubo. En este caso, los tramos rectos se fijarán por lo menos, con dos grapas.

No se permite, en ningún caso, el empalme de tubos de material plástico corrugado.

Cuando un tubo pasamuros lo haga desde una zona interior a una zona a la intemperie, éste se colocará ligeramente inclinado con pendiente hacia la zona a la intemperie para evitar la entrada de agua hacia el interior.

No se usarán tubos en intemperie a menos que se indique específicamente en los planos aprobados para construcción, en cuyo caso se darán instrucciones sobre sellado, estanqueidad, etc.

4.1.9.4 Cables

4.1.9.4.1 Tipos de cables

Cumplirán en todo momento lo dispuesto en la norma UNE 21.123, en la norma UNE 21.1002 y el REBT, en especial sus instrucciones complementarias ITC BT-007 y ITC BT-019.

Este Pliego establece un tipo de cable a emplear en las instalaciones eléctricas de Baja Tensión. Estos tipos se diferencian por su tensión de aislamiento, siendo éstas:

0.6/1 KV (UNE SZ 0.6/1 KV)

0.6/1 KV (UNE RZ 0.6/1 KV)

450/750 V (O7Z1 750 V)

Los tipos de cables a usar se detallan en planos o listas de cables, pudiéndose alterar solamente con permiso del responsable técnico del proyecto.

Las longitudes de cables indicadas en los planos, son las longitudes aproximadas de cable necesario para cada circuito.

Las longitudes realmente instaladas que difieran de las previstas, se marcarán en la lista de cables.

Se recomienda al Contratista no cortar los cables de acuerdo con las longitudes indicadas en planos, sino de acuerdo con la longitud real medida en campo.

Se utilizarán cables de 0.6/1KV en:

- ✓ Redes de distribución.
- ✓ Acometidas.
- ✓ Instalaciones de enlace bajo tubo (ITC BT-014-015).



- ✓ Alimentación a cuadros de mando y protección.
- ✓ Distribución interior en industrias en instalación enterrada (ITC BT-020).
- ✓ Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC BT-029).
- ✓ Locales de características especiales (ITC BT-030).

Se utilizarán cables de 750 V en:

- ✓ Derivaciones individuales.
- ✓ Distribuciones de alumbrado y fuerza de dependencias interiores.
- ✓ Circuitos de salida de cuadros de distribución de servicios comunes.

Se adopta en principio el siguiente código de colores:

- ✓ Fases: Negro (con numeración o similar para distribución de fase).
- ✓ Neutro: Azul.
- ✓ Tierra: Verde-Amarillo.
- ✓ Mando: Rojo.

4.1.9.4.2 Materiales

Se suministrará un sistema completo de cables nuevos, de conductores de cobre, según se especifica aquí y se indica en los planos.

Los cables serán entregados a la obra en rollos completos con el nombre del fabricante y una tarjeta de identificación unida al mismo, en el que se indicará el dimensionamiento del cable y el tipo de aislamiento.

Tensión de aislamiento 0.6/1 kV

Designación SZ 0.6/1 kV

Estarán fabricados en cobre electrolítico e irán aislados por una capa de XLPE, bajo cubierta de XLPE o goma sintética. Son de categoría “NO PROPAGADORES DEL INCENDIO, NO PROPAGADORES DE LLAMA Y CON REDUCIDA EMISIÓN DE HALOGENOS”. En condiciones normales de uso no necesitarán disponer de armadura.

Serán ligeros y fáciles de instalar, poseerán una alta resistencia a la humedad y a los agentes químicos y atmosféricos. La cubierta será resistente a la abrasión.

Se emplearán cables unipolares. La sección mínima a utilizar será de 2.5 mm², siendo 240 mm² la sección máxima admisible.

Los conductores de protección y neutro serán de cobre y de sección, según la sección de fase:



- ✓ Si $S \leq 16$ Igual a S
- ✓ $16 \leq S \leq 35$ 16
- ✓ $S \geq 35$ Mitad de S

Los cables llevarán una marca indeleble, y fácilmente legible que identifique al fabricante, las siglas de designación de los mismos según la Norma UNE y las dos últimas cifras del año de fabricación. Esta marca podrá ser realizada por impresión sobre una cinta o sobre la cubierta, por relieve o por grabado sobre dicha envolvente.

Tensión de aislamiento 0.6/1 kV

Designación RZ 0.6/1 kV

Estarán fabricados en cobre electrolítico e irán aislados por mezcla de poliolefinas, bajo cubierta termoplástica. Son una variante de la norma UNE 21123, de categoría “NO PROPAGADORES DEL INCENDIO Y SIN EMISIÓN DE HUMOS NI GASES TÓXICOS Y CORROSIVOS”. Son libre de halógenos. En condiciones normales de uso no necesitarán disponer de armadura.

Serán ligeros y fáciles de instalar, poseerán una alta resistencia a la humedad y a los agentes químicos y atmosféricos. La cubierta será resistente a la abrasión.

Tanto la cubierta como el aislamiento interior serán ignífugados, resultando unos cables capaces de soportar satisfactoriamente los ensayos de las Normas UNE 20427, UNE 20432.1, UNE 20432.3, UNE 21172.1, UNE 21172.2 y UNE 21174. Por lo tanto, estos cables deben ser autoextinguibles, no propagadores de la llama, y los volátiles desprendidos no serán combustibles. No desprenderán humos opacos, tóxicos, ni corrosivos.

Se emplearán cables unipolares. La sección mínima a utilizar será de 2.5 mm², siendo 240 mm² la sección máxima admisible.

Los conductores de protección y neutro serán de cobre y de sección, según la sección de fase:

- ✓ Si $S \leq 16$ Igual a S
- ✓ $16 \leq S \leq 35$ 16
- ✓ $S \geq 35$ Mitad de S

Los cables llevarán una marca indeleble, y fácilmente legible que identifique al fabricante, las siglas de designación de los mismos según la Norma UNE y las dos últimas cifras del año de fabricación. Esta marca podrá ser realizada por impresión sobre una cinta o sobre la cubierta, por relieve o por grabado sobre dicha envolvente.

Tensión aislamiento 07Z1 750 V

Estarán fabricados en cobre electrolítico, salvo indicación expresa de otro material en el presupuesto, rígidos, con aislamiento de PVC, y capaces de soportar satisfactoriamente los ensayos de las Normas UNE 20427, UNE 20432.1, UNE



20432.3, UNE 21172.1, UNE 21172.2 y UNE 21174. Por lo tanto, estos cables deben ser autoextinguibles, no propagadores de la llama, y los volátiles desprendidos no serán combustibles. No desprenderán humos opacos, tóxicos, ni corrosivos, y poseerán, además, un reducido factor de rozamiento para su fácil deslizamiento en el tendidos por tubos.

La sección mínima a utilizar será de $1,5 \text{ mm}^2$.

Los conductores de protección y neutro serán de cobre y de sección, según la sección de fase:

-Si $S \leq 16$ Igual a S

- $16 \leq S \leq 35$ 16

- $S \geq 35$ Mitad de S

Los cables llevarán una marca indeleble y fácilmente legible que identifique al fabricante, las siglas de designación de los mismos según la Norma UNE. Esta marca podrá ser realizada mediante una cinta impresa dispuesta, grabada o marcada en relieve sobre el aislamiento de un conductor, como mínimo (el conductor aislado de color azul, si lo hay), o mediante impresión, grabado o relieve sobre la cubierta.

4.1.9.4.3 Rutas y tendido de cables

Las rutas y grupos de cables indicados en los planos de distribución deben respetarse.

Asimismo, deben respetarse las rutas y agrupaciones de cables concretamente indicados o especificados en planos aprobados. Tales rutas y grupos se especifican frecuentemente para minimizar el efecto de fuego, para segregar cables de circuitos de disparo o señales débiles, o debido a capacidad de transporte de corriente.

Si el Contratista incumple estos requisitos deberá corregir la instalación a su propio cargo, sin que ello signifique retraso en las fechas de terminación previstas.

Cuando las rutas de cables se dejen a la discreción del Contratista, éste, en el momento de definir las y en particular las rutas de bandejas de cables, determinará por inspección conjunta con otros Contratistas y la D.T., los requisitos de las rutas de cables de señales débiles en el área en consideración.

Donde sea posible, se establecerán rutas de cables comunes, evitando así la duplicidad de trabajo de montaje.

Cuando las líneas principales de señales débiles y eléctricas sigan rutas paralelas, los cables eléctricos irán a una distancia mínima de 0,5 m de los cables de señales débiles. También existirá una distancia entre los cables de alta tensión, baja tensión y señales débiles, tal como se indique en los planos pertinentes.

El Contratista verificará que no existen dificultades en los cruces de cables. Cuando se detecten dificultades, el Contratista pedirá el consejo de la D.T.

Todos los cables se separarán de las tuberías de servicios. Debe notarse que muchas tuberías se calorifugan, lo que deberá tenerse en cuenta para prever las separaciones entre rutas de cables y de tuberías. Existirá, por lo menos, una



distancia de 0,3 m entre cualquier cable y el calorifugado de líneas de vapor o de agua caliente.

Los cables no deben soportarse o adosarse a tuberías, ya sea directamente o sobre el calorifugado, a menos que así figure en planos certificados.

Se hará todo lo posible para disponer las rutas de cables por lugares fácilmente accesibles. Los cables, siempre que sea posible, se tenderán en grupos y no independientemente.

La altura mínima de cables o soportes de cables que crucen estructuras, pasarelas u otros accesos poco importantes, será de 2,2 m, medidos desde el nivel de suelo terminado. La altura y situación de cables que crucen accesos principales se mostrará en los planos.

Todos los cables o soportes de cables serán instalados por encima de las tuberías, a menos que se indique lo contrario en planos. Cuando se encuentren dificultades, el Contratista consultará con la D.T.

A los cables que atraviesen forjados, plataformas, pasarelas, etc., se les dotará de una protección contra daño mecánico, hasta 2 m de altura por encima del nivel del suelo, por medio de contrabandejas o tubos resistentes, fijados permanentemente. En lugares donde el daño a cables por encima de este nivel sea posible, la altura de protección será definida por la D.T. Las contrabandejas o tubos de protección incluirán espacio razonable para la instalación de cables adicionales. El Contratista consultará a la D.T. sobre la forma precisa de la protección requerida. Los huecos para paso de cables a través de forjados de hormigón o similar se sellarán para inhibir la propagación de fuego.

La entrada de cables aéreos a edificios se protegerá adecuadamente para impedir la entrada de agua de lluvia.

El radio de curvatura de cualquier cable no será menor que los valores mínimos especificados por los fabricantes de cables.

Los cables se tenderán en formaciones paralelas.

Cuando los cables se extiendan en el suelo, antes de colocarlos en su posición definitiva, se protegerán contra daños producidos por vehículos o por cualquier otra causa.

Después de tendidos, los cables se marcarán temporalmente con objeto de identificarlos hasta que se ejecute su conexionado e identificación por medio de marcadores adecuados permanentes.

La instalación de cables aislados con PVC, incluyendo curvado y enderezado, no será llevada a cabo cuando la temperatura ambiente sea igual o menor de 5°C, debido al peligro de dañar el aislamiento o la cubierta.

El uso de barracas o cobertizos provistos de calefacción y/o el paso de corriente por los conductores para calentarlos, se empleará sólo con el conocimiento y consentimiento de la D.T. Cualquier tipo de cobertura o local utilizado para este propósito será a prueba de fuego. El tendido, en las condiciones dichas, de cables que previamente han sido calentados, solamente podrá hacerse con el conocimiento y consentimiento de la D.T.



Cualquier fisura, corte o daño que pueda sufrir la capa de aislamiento o la cubierta de los cables, se pondrá en conocimiento de la D.T. inmediatamente después de ser descubierta.

Sólo serán permitidos empalmes en los cables cuando lo autorice la D.T.

4.1.9.4.4 Terminación de cables. Prensaestopas

Los extremos de todos los cables terminarán adecuadamente en prensaestopas del tamaño y tipo correctos, excepto cuando se especifique lo contrario en planos. El método preferido es el de entradas roscadas. Normalmente los aparatos serán suministrados con entradas roscadas; pero ocasionalmente los equipos pueden ser suministrados con agujeros no roscados. Excepto en edificios secos, las entradas de cables irán situadas, siempre que sea posible, en la parte inferior de los aparatos con objeto de evitar la entrada de agua u otros líquidos por el cable. Cuando no sea posible la entrada por la parte inferior, se podrá usar la entrada lateral siempre y cuando los cables salgan con pendiente hacia abajo.

Todos los cables se soportarán de tal modo que no ejerzan esfuerzos en los prensaestopas o equipos.

Cuando el espesor de la placa en la que se rosca el prensaestopas es menor que la longitud axial de la porción libre de la rosca más 3 filetes completos del prensaestopas necesario, se instalará una arandela tipo Grower y una contratuerca.

En el caso de equipos con agujeros no roscados para prensaestopas, se colocará una arandela tipo Grower y una tuerca de fijación. En este caso, los agujeros no serán mayores que lo necesario y se limpiarán para eliminar cualquier viruta.

Las arandelas tipo Grower tendrán el tamaño adecuado y las tuercas serán hexagonales a menos que el espacio disponible impida el uso de otro tipo que no sea el redondo.

Al personal del Contratista podrá pedírsele que demuestre su habilidad en la ejecución correcta de cualquier terminación de cable usado, a satisfacción de la D.T. Cuando los prensaestopas estén situados en locales mojados, se sellarán de modo eficaz contra la humedad, utilizando cinta de PVC autofusión o por medio de una pasta especial.

El Contratista se asegurará que todo su personal está familiarizado con los diversos tipos de prensaestopas usados, tanto en lo que se refiere a su aspecto como al método de colocación. El Contratista se asegurará que el personal no familiarizado con los métodos de terminación de prensaestopas, reciba instrucción adecuada y que su trabajo sea comprobado periódicamente hasta que su habilidad quede probada y fuera de toda duda.

4.1.9.4.5 Cables en tubos enterrados

Los cables en tubos enterrados se instalarán en el orden y situación mostrada en los planos de proyecto. El orden y situación de los cables dentro de los tubos será elegido de modo que se reduzca al mínimo el calentamiento indebido de los mismos.



Los marcadores de cables (tal como se describen en el apartado correspondiente) se colocarán en cada cable justamente antes de la entrada del tubo e inmediatamente después de la salida. Este requerimiento se aplica aun cuando se instale solamente un cable por conducto, ya que pueden añadirse más cables posteriormente.

Los finales de los tubos serán lisos y libres de salientes. Antes de comenzar la instalación de cables, se limpiarán cuidadosamente en toda su longitud. Cuando se prevean tubos pequeños para llevar los cables desde el pie de un pilar o estructura metálica a aparatos próximos, se dejarán sobresaliendo 0,1 m del nivel del suelo. Antes de ser embebidos en el hormigón se sellarán por ambos extremos para prevenir la entrada de materias sólidas, agua, líquidos, etc.

4.1.9.4.6 Protección ignífuga de cables

Cuando sea necesario disponer una protección ignífuga para cables, ésta será normalmente fijada por la sección de proyecto e instalada por otros. El Contratista se familiarizará con la disposición final pretendida y se asegurará que no impide la ulterior instalación de la protección ignífuga.

4.1.9.4.7 Marcadores de cables e identificación de caminos

Cada cable se marcará en cada extremo con su correspondiente identificación, como se indica en la lista de cables. Los marcadores se fijarán firmemente a los cables y se orientarán de modo que sean claramente visibles desde la dirección en la cual los cables serían normalmente inspeccionados. (En algunos casos, pueden ser necesarios números estampados sobre metal o tiras de identificación de metal estampado fijadas al cable con alambre). Esto solamente será en el caso de ser pedidos específicamente para un cierto edificio y se aplicará a todos los extremos de los cables del edificio en cuestión. El Contratista será notificado de este requerimiento a través de la D.T., antes de comenzar el montaje.

En los planos de proyecto, se especificará en detalle si en las rutas de cables se requieren marcadores de cables intermedios.

Los marcadores se colocarán inmediatamente después de ser tendido cada cable y no todos a la vez, después de ser tendidos todos los cables.

4.1.9.4.8 Soportes para cables y bandejas

Los soportes para las bandejas principales de cables serán, normalmente, suministrados y montados por el Contratista eléctrico y se entregarán listos para el montaje de bandejas de cables, etc.

Los colgadores suministrados por el Contratista serán de tamaño tal que permitan instalar un 10 % más de cables como mínimo.

Las sujeciones a estructura metálica se harán preferiblemente por medio de grapas de tipo aprobado por la D.T.



Todos los soportes y fijaciones serán adecuados para el servicio a que se los destina.

La distancia entre soportes de bandeja estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de bandejas.

Cualquier agujero practicado en bandejas de cables para acceso de cables, será ejecutado de modo que sea imposible dañar a los mismos.

Con objeto de facilitar el tendido de los cables, los soportes de bandejas se procurará que sean abiertos por una de las dos caras.

El Contratista pondrá especial cuidado cuando se tiendan cables sobre soportes horizontales. La flecha permitida entre soportes de cables, en orden a asegurar un funcionamiento satisfactorio prolongado, será la mínima posible. En tendidos verticales, los cables se sujetarán a intervalos no mayores de 0,5 m.

De modo similar, en todas las bandejas, los cables se sujetarán a intervalos iguales y a cada lado de una curva o cambio de dirección.

Cuando las bandejas se soporten del techo por medio de varillas roscadas, una vez nivelada la bandeja, se cortarán las varillas por la parte inferior de modo que sólo sobresalgan 5 hilos de rosca. Para la sujeción del soporte horizontal, se usará tuerca, contratuerca, arandelas normales y Grower.

4.1.9.4.9 Fijaciones para cables

Cuando sea necesario atar los cables, se usarán bridas de material plástico. Esto es obligatorio en salas eléctricas y con paneles de mando, y es aconsejable en todos los lugares donde las condiciones permitan usarlos en razón de la posibilidad que tienen de permitir la adición de cables.

En rutas de cables horizontales (por ejemplo, en ganchos de suspensión o bandejas de escalera), no es necesario atar los cables a menos que se especifique lo contrario, si bien pueden atarse por grupos por razones estéticas usando cintas de sujeción adecuadas.

Cuando existan varios cables en la misma bandeja, se colocarán paralelos y se sujetarán a la misma con un sujetador común.

Está terminantemente prohibido usar alambre para la sujeción provisional de cables, debido al peligro que entraña su entrada en aparatos si nadie se percatara de ello. Para las sujeciones provisionales se usarán hilos o tiras de plástico o nylon.

4.1.9.4.10 Conexión de conductores

Todos los cables trenzados, se terminarán con terminales de presión, a menos que el equipo al que se conecten esté equipado con bornes especiales.

Todos los hilos se identificarán con el número de terminal al cual irán conectados. Para la identificación de los hilos se usarán exclusivamente anillas cerradas de plástico del tipo imperdible.



Las anillas serán de tamaño tal que ajusten perfectamente al cable. Las anillas se orientarán de forma que girándolas a 90° en el sentido de las agujas de reloj puedan leerse correctamente.

Solamente se permite un hilo por terminal.

4.1.9.5 Identificación

Cada elemento de la instalación eléctrica se identificará por medio de una etiqueta legible, permanente y precisa, excepto los motores que ya vendrán debidamente identificados de fábrica mediante un código previamente definido en proyecto.

Es de la mayor importancia comprobar que las etiquetas fijadas sobre los elementos de los equipos son correctas. El departamento de proyecto preparará y editará una lista de etiquetas por elementos. Estas etiquetas serán suministradas por el Contratista.

Las etiquetas en equipos industriales se fijarán por medio de tornillos y tuercas o tornillos autorroscantes.

Se preverán etiquetas provisionales para los elementos no cubiertos por la lista de etiquetas. Las etiquetas provisionales serán claras y legibles y pueden ser de cinta adhesiva de PVC, adecuadamente marcada. No se marcarán o identificarán los equipos con tinta, bolígrafo o cualquier otro tipo de marcadores.

4.1.9.6 Cajas de derivación

Las cajas de derivación se montarán dónde y cómo indiquen los planos. Cuando en los planos no esté indicada la posición de las cajas de derivación se tendrá en cuenta lo siguiente:

- ✓ En falsos techos no accesibles, las cajas se montarán por debajo del falso techo, en paredes o pilares que lo permitan. El centro de las cajas se situará 0,3 m por debajo del falso techo. Cuando se agrupen varias cajas, éstas serán de la misma altura. En general se procurará que todas las cajas sean de la misma altura. No se admiten las cajas con tapa redonda. Las agrupaciones de cajas llevarán el mismo orden correlativo.
- ✓ En falsos techos desmontables, las cajas se fijarán al techo, pared o a las bandejas.

Las cajas de derivación serán con tapa fijada por tornillos no aceptándose tapas fijadas a presión.

Podrán existir los siguientes tipos de suministro: Fuerza Normal, Fuerza Emergencia, Alumbrado Normal, Alumbrado Emergencia y Suministro de SAI. No deberán mezclarse en el mismo tubo cables de suministros distintos. En general, no se usarán cajas de derivación para varios suministros.

En las cajas que vayan en el falso techo, podrán utilizarse rotuladores indelebles para marcar el tipo de suministro.



Antes de tapar definitivamente las cajas de derivación se quitarán todos los restos que contengan (yeso, cemento, trozos de cables, etc.).

Cuando en el proyecto no se indique el tamaño de las cajas, el Contratista deberá prever cajas que sean amplias, de modo que la regleta de conexión y los cables quepan holgadamente en su interior.

Los cables deberán ser de una longitud tal que permitan extraer completamente la regleta al exterior de la caja.

No deberán instalarse más de dos hilos por borne.

Cada tres curvas como máximo deberá colocarse una caja de derivación.

4.1.9.7 Pequeño material

La situación en el plano horizontal de interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, etc. viene reflejada en planos. Las alturas de montaje normalizadas serán las siguientes:

- ✓ Los interruptores, conmutadores y pulsadores en zonas de uso general se colocarán a 1,25 m del suelo terminado.
- ✓ Las tomas de corriente y tomas de voz y datos en zonas de uso general se colocarán a 0,30 m del suelo terminado.
- ✓ Las tomas de corriente para uso general en aseos y vestuarios se colocarán a 1,50 m del suelo terminado.
- ✓ Las tomas de usos varios de cocina se colocarán a una distancia mínima de 0,50 m del plano vertical formado por el borde del fregadero.

Cuando en un edificio existan varias salas, locales, etc. iguales o similares, los elementos de maniobra tomas de corriente, etc., se colocarán en la misma posición relativa.

La conexión de interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.

Las tomas de corriente para suministro Normal, Emergencia y de SAI, serán de colores distintos.

En locales en los que existan varios interruptores juntos, el primer interruptor será siempre el del alumbrado general del local. Los interruptores se colocarán siempre junto a las puertas y en el lado opuesto al que abren.

4.1.9.8 Canaletas

Desde el punto de vista de la funcionalidad, existen dos tipos de canaletas: las que se utilizan sólo para el paso de cables y las que además permiten montar pequeño material en su tapa.

Cuando se monten en el falso techo en sustitución de tubos, se soportarán de modo similar a las bandejas y, normalmente, por medio de espárragos roscados. En este caso no se colocarán las tapas.



Cuando se monten en el falso suelo en sustitución de tubos, se instalarán siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las canaletas que van montadas superficialmente sobre las paredes se colocarán a la altura que determine el Arquitecto. Cuando la altura de colocación de las canaletas se deje a libertad del Contratista, éste tendrá en cuenta que deberá colocarse bien por encima de mesas y muebles o bien a la altura del rodapié o por encima de éste.

Cuando para la limpieza de un local se utilice agua, la canaleta deberá colocarse por encima del rodapié y si es posible por encima de mesas y muebles.

Las uniones de canaletas y de tapas se harán de modo que no presenten discontinuidad.

Las canaletas suelen ir compartimentadas para segregar cables que transportan corriente de distintas características. Deberá respetarse estrictamente la segregación de los cables. Salvo indicación en contra, los cables para las tomas de corriente irán contiguos a los de telefonía y los de datos contiguos a éstos.

4.1.10 Montaje de equipos eléctricos

4.1.10.1 Cuadros de distribución

Los cuadros de distribución se instalarán donde figure en los planos aprobados para construcción. En salas eléctricas de cuadros de distribución, en las cuales el espacio es extremadamente limitado, los cuadros se colocarán estrictamente donde se indique. Estas disposiciones de cuadros se dibujan normalmente de modo que entre ellos exista la mínima distancia aceptable entre cuadros adyacentes y estas distancias no deben ser disminuidas. La misma filosofía aplicará para la colocación de cuadros adicionales como armarios de contadores, baterías de condensadores, etc.

Los cuadros se sujetarán firmemente a la estructura o soporte. Los cuadros simplemente apoyados en el suelo, se instalarán sobre bancadas de 0,10 m por encima del nivel del suelo terminado, a menos que se especifique otra cosa en los planos.

Los hilos de los cables se dejarán razonablemente largos para permitir la transferencia a otro panel si fuera necesario. No están permitidos los mazos de cables.

Todos los cuadros de distribución serán identificados como se indica en planos.

En todos los cuadros de distribución de tipo industrial, el letrero principal de identificación del cuadro se fijará por medio de tornillos y tuercas o tornillos autorroscantes. Todas las salidas se identificarán de modo legible con el nombre del circuito que alimentan.



4.1.10.2 Cuadros secundarios

Los cuadros secundarios de alumbrado y de fuerza, así como cuadros de protección local, viviendas, paneles de relés, paneles de arrancadores, etc. se instalarán en una posición aproximada a la que figuran en los planos de proyecto, aprobados para construcción. Se podrá variar la posición definitiva en función de las necesidades de los recintos, la instalación y la operación para la cual fueron proyectados.

Los cuadros secundarios especiales fabricados por otros en taller y que deban ser instalados por el Contratista, se ensamblarán de acuerdo con las instrucciones facilitadas por el fabricante del mismo o dadas por la D.T.

En caso de cuadros secundarios especiales a instalar por otros, el Contratista deberá, si se requiere, facilitar personal no cualificado por un corto período de tiempo para ayudar en los trabajos asociados normalmente con las etapas preliminares de montaje, como por ejemplo, descarga y colocación. Todas las secciones de un cuadro se fijarán firmemente entre sí. Las barras principales no deberán estar sometidas a esfuerzo alguno y en ningún caso se atornillarán entre sí (incluso sin apretar los tornillos) para ayudar en la alineación de las secciones del cuadro.

En general, todos los cuadros se montarán en una posición accesible con el criterio general de que cuanto mayor sea la atención que requiera un equipo, tanto más accesible será.

Los cuadros, antes de su instalación, se almacenarán protegidos para evitar dañarlos, ya que las piezas de repuesto son difíciles de obtener.

Las puertas de los cuadros se mantendrán cerradas siempre, a menos que alguien esté trabajando en el interior. Los equipos sueltos como herramientas, fusibles, pequeño material, etc. no se almacenarán en el interior de los cubículos de los cuadros, bajo ninguna circunstancia.

4.1.10.3 Motores

Los motores serán colocados, fijados y alineados por otros.

Los cables entrarán a las cajas de bornes por la parte inferior, para impedir la entrada de agua en la caja y los conductores del cable se conectarán de acuerdo con lo mencionado anteriormente en este documento.

Todos los prensaestopas se limpiarán y estarán en buenas condiciones.

Para impedir daños internos debidos a humedad y evitar los retrasos propios del secado de los motores, el Contratista, antes de conectarlos y ponerlos en funcionamiento, se asegurará de que la caja de bornes y otras están equipadas con tapones provisionales. Se notificará inmediatamente a la D.T. la existencia de cualquier motor sospechoso.

Planificando adecuadamente el trabajo de montaje y de inspección de los planos y de los motores en campo, el Contratista confirmará que todas las cajas de conexión de motores suministradas son adecuadas y sirven para el tamaño y tipo de cable especificado en los planos aprobados. Cualquier caja dañada, dudosa u obviamente



inadecuada, o disposición de terminales incorrecta, se pondrá inmediatamente en conocimiento de la D.T.

El Contratista confirmará con la D.T. la secuencia de rotación de fases para conectar los motores de modo que su sentido de giro sea correcto.

El Contratista se asegurará que (donde sea posible) dos conductores del cable pueden intercambiarse en la caja de bornes del motor sin castigar las conexiones o tener que rehacer el prensaestopas, en el caso de que fuera necesario invertir el sentido de giro del motor. Si, de todos modos, considerase que las condiciones citadas no pueden cumplirse, informará a la D.T. de esta limitación y confirmará el sentido de giro del accionamiento en cuestión para conseguir una conexión correcta a la primera.

El Contratista confirmará el sentido de giro requerido en todos los motores de gran potencia, ya que es difícil invertir el sentido de giro de estos motores una vez conectados. Esto es debido a los problemas asociados con la manipulación de cables de gran sección, imprescindibles para los motores más grandes y al tiempo consumido para conseguir aislamientos adecuados en motores de estas características.

Algunos motores pueden estar equipados con una protección por termistores.

4.1.10.4 Protección para intemperie

Se llama la atención del Contratista sobre el hecho de que, si bien los equipos para intemperie se han proyectado estancos al agua, algunos equipos podrían requerir una protección adicional.

Los requerimientos serán indicados por la D.T.

4.1.11 Sellado de huecos

Todos los huecos realizados en un elemento compartimentador permiten la propagación del incendio, por lo que todo hueco entre distintos sectores del edificio, a efectos de protección contra incendios, que permanezca al finalizar la obra, debe ser tratado adecuadamente.

No se admitirá el tapar estos huecos, siendo preciso su sellado con sistemas que deben cumplir los requisitos necesarios de resistencia al fuego, exigibles mediante Normativa al elemento compartimentador, en el que se aplicarán estabilidad mecánica, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico, requisitos que deben avalarse mediante ensayos realizados por Laboratorios Independientes Acreditados.

La solución adoptada para este sellado debe ser una de las siguientes:

- Sistema de paneles: los paneles están fabricados de lana de roca de alta densidad, cortados e instalados en los huecos y posteriormente deben recubrirse por masilla y resinas termoplásticas de tipo cerámico.



- Sistema de morteros: debe tratarse de morteros de cementos con áridos ligeros y aditivos especiales. Su aplicación se realizará en masa, con espesores gruesos de entre 18 y 20 cm o todo el espesor del elemento compartimentador. Este sistema se utilizará especialmente en el sellado de patinillos registrables y otros huecos de alta resistencia mecánica.
- Sistema modular: esta solución se aplicará en atmósferas explosivas y lugares con posibilidad de inundación, al ser resistente a las explosiones y hermético al agua. Son sistemas especialmente prefabricados a base de módulos diseñados según el tamaño del hueco y los tipos y diámetros de los cables, instalándose en el hueco a presión.
- Sistema de almohadillas intumescentes: este sellado se aplicará en instalaciones provisionales, adoptándose una de las soluciones anteriores para una instalación definitiva. Esta solución trata de almohadillas de tejido especial, rellenas de material intumescente flexible, que se dilata con el fuego, sellando el hueco.

4.1.12 Instalaciones de alumbrado

Los planos de distribución de aparatos de alumbrado aprobados, indican la situación aproximada de las armaduras.

El Contratista determinará la situación exacta de cada armadura en campo. La situación exacta de las armaduras será función de la facilidad del cambio de lámparas, de las interferencias con tuberías u otros equipos mecánicos y de la obtención de una iluminación tan uniforme como sea posible.

Cualquier tubo fluorescente o armadura adicional que se pida que suministre el Contratista, será del tipo mostrado en la cédula de equipos de alumbrado.

Donde sea posible, las armaduras de un local se espaciarán simétricamente. Los tamaños, tipos y colores de las lámparas o tubos con que deben equiparse las armaduras, figurarán en la cédula o planos aprobados.

Los soportes adicionales para alumbrado, si no son suministro del Contratista, serán instalados por éste, al igual que el cableado suplementario necesario.

El equipo de encendido y la protección deben montarse dentro de la carcasa de alumbrado, siempre que sea posible.

No se montarán armaduras de alumbrado en equipos que vibren. Todos los soportes y abrazaderas serán robustos y todas las armaduras se sujetarán firme y adecuadamente (si es posible combinadas con soportes de otros equipos eléctricos).

El número de cajas de derivación usadas en circuitos de alumbrado, se mantendrá al mínimo. No se montará una caja de derivación por armadura (para fines de desconexión y de busca de fallos), a menos que así figure en planos aprobados.



El cable de alimentación a armaduras de alumbrado colocadas en falsos techos modulares se dejará lo suficientemente largo como para permitir mover la luminaria a uno cualquiera de los módulos contiguos.

La iluminación de emergencia se resuelve mediante luminarias autónomas de emergencia tipo fluorescente dotadas de pilotos de señalización y led indicador del estado de carga, con reserva mínima de 1 h, con equipo electrónico de conmutación de maniobra entre suministro normal y auxiliar cuando la tensión descienda del 70% de su valor nominal con toma de corriente de la red normal. Se distribuirán por planta de manera que queden adecuadamente iluminados los pasos principales. El aparcamiento estará dotado del correspondiente equipo de emergencia de forma que cumpla la función complementaria de señalización, dotado de pictograma con indicación de salida y proporcionando una iluminación superior a 3 lux en viales y en el eje de salidas y pasillos.

4.1.13 Red de tierras

La red de tierras se ejecutará de acuerdo con planos aprobados para construcción. Se conectarán a la red de puesta a tierra:

- ✓ La estructura del edificio.
- ✓ Las masas metálicas de motores y cuadros de protección y maniobra.
- ✓ Antenas.
- ✓ Guías de ascensores y montacargas.
- ✓ Las instalaciones de fontanería, calefacción y refrigeración.
- ✓ Tomas de corriente y carcasas de luminarias.
- ✓ En general todo elemento metálico susceptible de alcanzar accidentalmente tensiones peligrosas respecto de la de tierra.

Todos los depósitos y tuberías metálicas destinados al almacenamiento y transporte de fluidos combustibles estarán dotados de tomas de tierra a la red general, o bien independientes, aún en el caso de carecer de equipo eléctrico.

Los empalmes y derivaciones se efectuarán con soldadura aluminotérmica o bien con piezas de empalme robustas que aseguren un buen contacto y que no se deteriorarán por el paso de una corriente de defecto.

Se consideran admisibles las uniones mediante grapas, manguitos y soldadura.

Ninguno de los elementos utilizados para la unión debe ser susceptible de destruirse por corrosión.

Los conductores enterrados utilizados para la puesta a tierra serán de cobre desnudo, con una resistencia eléctrica igual o inferior a 0,514 Ohm/Km, enterrados a una profundidad no inferior a 0,8 m, y tendrán una sección mínima de 35 mm².

La instalación incluirá las suficientes arquetas para la ejecución de la conexión de las líneas principales con la conducción enterrada. En dichas arquetas se



interpondrá un puente de conexión para el seccionamiento de las líneas principales de bajada durante la medida de la resistencia de puesta a tierra.

La continuidad de la red de tierra del sistema de potencia se mantendrá a través del conductor de tierra de los cables a equipos. Donde se requieran conexiones de tierra suplementarias, éstas figurarán en los planos.

Está prohibido el uso de tubos de material magnético para la protección mecánica de los cables de tierra.

El cable de la red de tierra será siempre bien visible. Cuando el cable de tierra discurra por bandeja junto con otros cables, éstos no deberán tapar el cable de tierra. Si es preciso, el cable de tierra se grapará a la bandeja.

En los cuadros que estén formados por más de un módulo, la barra de tierra se conectará a tierra por los dos extremos.

4.1.14 Pararrayos capacitivos

4.1.14.1 Descripción

Los pararrayos de tipo capacitivo tendrán como principio de actuación el de sistema activo con dispositivo de cebado.

La punta de captación estará formada por un triple sistema de protección compuesto por un condensador electroatmosférico, un sistema de cebado y un derivador a tierra. Se completará con un doble dispositivo de aislamiento y vía de chispas.

El condensador electroatmosférico debe disponer de una armadura externa aislada y a potencial flotante con respecto a su eje central conectado a la tierra. Formará un condensador natural en función del campo eléctrico circundante, con dos vías de chispas, una en atmósfera controlada y otra en atmósfera ambiente.

El sistema de cebado dispondrá de un transformador - generador de impulsos eléctricos de alta tensión, con funcionamiento alterno, dependiendo del campo eléctrico circundante.

Cuando los campos eléctricos son muy elevados (superiores a 50 kV/m), la armadura externa a potencial flotante del pararrayos captará esta energía, acumulándola, y mediante su transformador - generador liberará unos impulsos de alta tensión que, en pequeños intervalos serán dispersados a la atmósfera en forma de trazador ascendente, denominado también líder.

Estos impulsos que forma el líder son propagados a la atmósfera en forma de descargas intermitentes, alcanzando unas velocidades medias de 1 m/ μ s.

4.1.14.2 Forma de instalación

El terminal aéreo de un pararrayos debe de superar como mínimo dos metros la máxima cota de la estructura a proteger.

El radio de cobertura será determinado por la longitud resultante desde la ubicación del terminal aéreo de captación hasta el punto más desfavorable de la estructura a



proteger, con un margen de seguridad de un +10% y en ningún caso superar radios de más de 100 m.

Las bajantes a tierra serán lo más verticales posible, no efectuando curvas con radios no inferiores a 20 cm, ni cambios de dirección con ángulos inferiores a 90°. Se recomienda una segunda bajante a tierra para mejorar el índice de seguridad de la instalación.

Toda la instalación montada dentro del edificio será oculta.

Toda la instalación ubicada en lugares accesibles será adecuadamente protegida y ocultada.

Todo el material será instalado de forma que se evite la acción electrolítica en presencia de humedad.

Todos los pasos en cubiertas, muros o cualquier otra perforación en el edificio serán realizadas de forma que se prevea la imposibilidad de entrada de agua y/o humedad.

En aquellos puntos en que los conductores crucen juntas de expansión del edificio, se instalará un bucle en cada uno de estos puntos.

Las arquetas de inspección serán suministradas en cada uno de los electrodos de puesta a tierra, y según sea requerido por la configuración del edificio. Los puntos de prueba serán suministrados dentro de arquetas de inspección de tierra.

La toma de tierra tiene un valor muy importante en la instalación de protección contra el rayo. Su resistencia óhmica debe ser lo más baja posible. Para evitar incidencias, es muy importante controlar los valores de impedancia totales de la instalación y verificar que las tomas de tierra presentan un valor adecuado.

Una vez realizada la toma de tierra del pararrayos se interconectará con la red perimetral de tierra del edificio, en caso de existir, para buscar una equipotencialidad compensada.

Se realizarán las medidas de resistencia a tierra por personal inspector que esté familiarizado con el uso de estos sistemas portátiles de prueba.

Una vez que haya sido terminada la red de tierra, la resistencia de ésta será medida y presentados los datos por escrito a la Propiedad y a la Dirección Técnica.

El mantenimiento de un sistema de protección contra el rayo debe consistir en una revisión periódica anual e inmediatamente después de que se tenga constancia de haber recibido una descarga eléctrica atmosférica. No debemos olvidar que estos trabajos periódicos conservan en perfecto estado la instalación y evitan costes mayores de reparación. La instalación de un contador de rayos es imprescindible para verificar los impactos de rayos recibidos y proceder rápidamente a la revisión de la instalación como indica la norma UNE 21.186. También es de gran utilidad estadística.

Todos los materiales cumplirán con la citada norma UNE 21.186. La documentación necesaria que debe avalar cualquier pararrayos deber ser:

- ✓ Un certificado de normalización de acuerdo a la normativa vigente.
- ✓ Una justificación del radio de acción por el fabricante.



4.1.15 Instalaciones eléctricas de mando

4.1.15.1 Sistemas de mando

Los sistemas de mando se instalarán y conectarán como se indique en los planos aprobados para construcción. Si no se indicara el cableado o conexionado en los planos aprobados, el Contratista lo pondrá en conocimiento de la D.T. Para el cableado se preferirán cables multiconductores.

El Contratista se asegurará de que los contactos de todos los elementos que dan una orden se conecten tal como se indica en los planos, con objeto de asegurar un funcionamiento correcto.

4.1.15.2 Paneles locales de mando

Los paneles locales de mando que alberguen pulsadores, interruptores de seguridad y otros equipos de similares características se instalarán en el lugar y de la manera que se indique en planos. Cuando su posición no esté claramente definida, se colocarán dónde y cómo indique la D.T. No obstante, se tendrá en cuenta:

- ✓ La caja de pulsadores o interruptor de seguridad de cada motor, se procurará colocar cerca del motor teniendo en cuenta que el soporte, si existe, no dificulte las tareas de reparación o mantenimiento.
- ✓ Cuando existan varios motores juntos, se podrán agrupar sus botoneras o interruptores de seguridad debiendo guardar la misma posición relativa que los motores.
- ✓ Para la sujeción de estos equipos se tendrá en cuenta lo que se refiere a sujeción de equipos en general indicado en este documento.

4.1.15.3 Cableado

El cableado de mando se instalará y conectará como figura en los planos aprobados. Si el cableado no figura en los planos aprobados, el Contratista discutirá este punto con la D.T.

En caso de usar hilos sueltos para la interconexión de paneles, regletas de terminales, etc., sólo se permitirá el uso de canaletas para su ubicación.

4.1.16 Características que deben reunir los materiales

Las condiciones básicas que deben reunir los materiales vienen en el precio descompuesto correspondiente y en la Descripción de la Obra de este Pliego de Prescripciones Técnicas; no obstante, en este apartado se detallan más específicamente y con mayor profundidad las características que deben de reunir



determinados materiales que se consideran más críticos o menos conocidos en el mercado.

Los materiales a suministrar por el Contratista deberán ser productos normales de un fabricante de reconocida garantía, e iguales o equivalentes a los especificados en el presupuesto del Proyecto. Cuando en el mismo se indique una marca determinada, el Contratista vendrá obligado a emplear dicho material, excepto que el Director de la Obra indique otra cosa.

Cuando el Contratista pretenda emplear materiales o equipos distintos, pero similares a los especificados en el Presupuesto de este proyecto, u ofrecidos en su oferta, será condición necesaria contar con la autorización expresa de la Dirección de Obra, para lo cual el Contratista debe proporcionar toda la documentación que se estime necesaria.

La Dirección de Obra podrá rechazar materiales o equipos suministrados por el Contratista en los que no se haya cumplido el anterior requisito, sin necesidad de otra justificación o motivo.

Los materiales y equipos que hayan de ser fabricados especialmente para las obras por el Contratista o sus proveedores, lo serán con sujeción a los planos del proyecto y a los de detalle que facilite la Dirección de Obra. Los planos de fabricación deberán ser presentados a dicha Dirección para su aprobación.

Cuando los materiales no fuesen de la calidad prescrita en los Documentos de este proyecto, o no tuvieran la preparación en él exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en aquel se reconociera o demostrara que no era adecuado para su objetivo, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o cumplan el objeto a que se destinen.

Si los materiales, elementos de instalaciones y aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la Dirección de Obra, se recibirán, pero con la rebaja de precio que la misma determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en las debidas condiciones.

Todos los materiales empleados cumplirán con las especificaciones establecidas en el apartado correspondiente de su pliego particular y con las Normas nacionales e internacionales que les sean de aplicación.

4.1.17 Recepción de las instalaciones

La D.T. podrá realizar, en el transcurso de la obra, cuantos ensayos, pruebas y análisis estime oportunos para determinar que las instalaciones se llevan a cabo de acuerdo con lo establecido en el presente Proyecto y en la Normativa vigente. Los gastos ocasionados serán a cargo del Contratista.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia de la D.T.

Asimismo, en caso de dudas podrá solicitar del Contratista y a su cargo, pruebas, ensayos y certificados de idoneidad, prestaciones, características, etc. de materiales y/o equipos realizados por Laboratorios homologados, éstos a propuesta del Contratista, con la aprobación de la D.T. o directamente propuestos por la D.T.



4.1.17.1 Pruebas

4.1.17.1.1 Pruebas parciales

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc. de todos los elementos que haya indicado la D.T.; particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedar ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas. Cualquier defecto o deficiencia descubiertos como resultado de estos tests serán corregidos sin coste adicional para la Propiedad.

4.1.17.1.2 Pruebas finales

Terminadas las instalaciones, serán sometidas por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite la D.T.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las Especificaciones del Proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido la D.T., tales como limpieza, remates, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican, referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación. En todos los casos se preparará un protocolo de ensayos, que se someterá a la aprobación de la D.T. y una vez realizadas las pruebas y completados los ensayos, se entregará a la D.T.

4.1.17.1.3 Pruebas específicas

Se comprobará el funcionamiento de cada equipo y su consumo energético, en condiciones reales de trabajo, aportando estos datos a la D.T.

Se comprobará el tarado de todos los elementos de protección y seguridad, y presentará a la D.T., una relación con los valores fijados y medidos.

Se medirán valores de aislamientos, tensiones de contacto y paso, resistencias de tierras y similares parámetros de la instalación.

Se comprobará el ajuste y funcionamiento de todos los sistemas eléctricos y electrónicos.

El Contratista entregará a la D.T. un resumen de las medidas y comprobaciones realizadas a lo largo de la ejecución de la obra.

Para todo ello, el Contratista dispondrá de cuantos equipos de medida y comprobación solicite la D.T., y realizará las modificaciones precisas para la implementación a su cargo.



4.1.17.1.4 Pruebas globales

Independientemente de las pruebas parciales o controles de recepción realizados durante la ejecución, la D.T. comprobará que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en Proyecto y contratados, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará, en general, la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.

Finalmente se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía, haciendo especial hincapié en el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

4.1.18 Recepción provisional

Habrán sido realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para la D.T., y rematados todos los trabajos.

Se habrá presentado ante los Organismos Oficiales competentes la documentación que se indica en el Pliego de Condiciones Administrativas, así como el Certificado Final de Obra, obtenida la oportuna aprobación.

Asimismo, el Contratista habrá entregado a la D.T. lo siguiente:

- ✓ Manual de instrucciones, uso y mantenimiento de todos los equipos que requieran intervención.
- ✓ Resultado de las diferentes pruebas y medidas realizadas, con las anotaciones que puedan precisarse.

Una vez cumplidos estos trámites, se procederá al acto de Recepción Provisional, para lo que se firmará, por triplicado, el Acta de Recepción, entre la Propiedad, la D.T. y el Contratista.

4.1.19 Garantía y recepción definitiva

Todos los materiales y la totalidad de la obra, estarán en perfecto estado para la Recepción Provisional, momento a partir del cual y hasta la Recepción Definitiva, se garantizará contra todo defecto de diseño, fabricación y funcionamiento.

El Contratista responderá ante la Propiedad de todos los materiales que suministre, aunque no sean de su fabricación, y del trabajo realizado hasta la entrega y Recepción Definitiva. Muy en especial, incluye esta cláusula de confrontación y verificación, que los materiales de serie que instale cumplan las características anunciadas para ellos en los catálogos de los fabricantes, para lo cual, el Contratista se suministrará directamente de fabricantes a los que podrá hacer las advertencias que considere oportunas, pero siempre bien entendido, que la D.T. podrá exigir al Contratista el cambio de todos aquellos equipos que no cumplan las condiciones del catálogo y su sustitución por otros que sí las cumplan, por cuenta del Contratista.



Durante el período de Garantía, el Contratista asumirá en su costo no sólo lo que implica la misma, sino incluso las revisiones periódicas obligatorias, para lo que emitirá el adecuado Certificado de Mantenimiento y Revisiones. También, el Contratista se obliga a regular las instalaciones de acuerdo con las necesidades de explotación, si lo estimase conveniente la D.T.

Transcurrido el plazo de Garantía, y salvo que se hayan producido durante el mismo problemas en las instalaciones que, a juicio de la D.T., sean de importancia, se procederá a la Recepción Definitiva.

Con esta ocasión, la D.T. podrá solicitar la realización de las pruebas que considere oportunas, para confrontación con los criterios de funcionalidad y rendimientos que se definieron en Proyecto y/o quedaron reflejados en las pruebas efectuadas para la Recepción Provisional. Si se dieran variaciones no aceptables como normales para el uso, será a cargo del Contratista y su responsabilidad, rectificar el diseño de los equipos implicados.

En caso de considerarse todo como aceptado, se procederá al acto de la Recepción Definitiva, firmándose la correspondiente Acta, por triplicado, por la Propiedad, la D.T. y el Contratista.



5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



5.1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 486/1997 de 14 de abril y sus modificaciones hasta el R.D. 337/2010 de 19 de marzo, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes, y además, al Reglamento de los Servicios de Prevención según R.D. 39/1997 de 17 de Enero, utilización de equipos de protección individual de los trabajadores(R.D. 773/97 del 30 de Mayo) y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo título II.

Será también de obligado cumplimiento todo lo que no se oponga a la legislación anteriormente mencionada como:

- Convenio colectivo del sector de construcción y obras públicas de Madrid.
- Pliego de condiciones técnicas de la Dirección Técnica.
- Ordenanzas, señalización y balizamiento del Ayuntamiento de Madrid.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus modificaciones.
- Estatuto de los trabajadores.
- Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos R.D. 2291/85 de 8 de Noviembre y sus modificaciones.
- Reglamento de seguridad en las maquinas R.D. 1495/86 de 26 de Mayo y sus modificaciones.
- Legislación. Reglamentos de Maquinarias R.D. 1436/92 de 27 de Noviembre.

Sin olvidar el resto de disposiciones oficiales relativas a seguridad, higiene y medicina del trabajo que afecten a los trabajadores que se han de realizar.

Todas las visitas de personal ajeno a los autorizados para la realización de la obra, ya sea de la propiedad u otros, deberán hacerlas fuera de las jornadas de trabajo. En caso de visita durante las horas de trabajo, el Delegado de prevención o vigilante de seguridad, deberá advertir a los visitantes de la existencia del presente estudio y obligarles a utilizar los medios de protección adecuados para cada situación. Además esta persona de seguridad podrá prohibir la entrada a visitantes que no cumplan con los requisitos del estudio, ya sea por no disponer de elementos de protección o por exponerse a riesgos innecesarios.



5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

5.2.1 Descripción de la instalación

La descripción de la instalación a realizar se recoge en la Memoria del presente proyecto.

5.2.2 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la instalación.

5.2.3 Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la instalación.

5.2.4 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

5.3 MEMORIA DESCRIPTIVA

5.3.1 Descripción de las instalaciones realizar

Esta memoria pretende describir los distintos capítulos que constituyen esta instalación para analizar e identificar los riesgos laborales que se puedan evitar, indicando las medidas de prevención para ello, además de los riesgos laborales que no puedan ser eliminados y las medidas preventivas para reducir y/o controlar los mismos. Todo ello sin ahondar en la descripción de la instalación ya definidos en la memoria del presente proyecto.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

5.3.2 Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.



- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

5.3.3 Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.



- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

5.3.4 Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

5.3.5 Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.



- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

5.4 MONTAJE

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

5.4.1 Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

5.4.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o aparataje, transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.



- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.

5.4.3 Operaciones de puesta en tensión

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización

5.5 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

En principio se prevé utilizar la siguiente maquinaria y medios auxiliares, para la ejecución de la instalación.

- Roscadora.
- Máquina de soldadura eléctrica.
- Cortadora eléctrica.
- Sierra manual de arco.
- Radial de corte continuo.



- Compresor hidráulico.
- Gafas de protección.
- Guantes.
- Escaleras de mano.
- Andamios
- Maquinas herramienta.

5.6 MEDIOS AUXILIARES

5.6.1 Andamios en general

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos
- Caída de personas
- Hundimiento e inestabilidad.

b) Medidas de prevención

- La plataforma de madera debe tener un mínimo de 60 cm, lo que equivaldría a tres tablones.
- No se abandonarán materiales ni herramientas en los andamios evitando la caída de estos.
- No se tirará escombros u otros materiales desde los andamios directamente, si no que ordenadamente se transportarán a la zona adecuada donde serán retirados mediante "trompas" o bien sobre bateas y grúa.
- En el andamio se mantendrá un orden del material conteniendo únicamente el estrictamente necesario y la acumulación del mismo estará debidamente colocado.
- Los pasos y niveles de las plataformas de trabajo serán antideslizantes.
- Las plataformas de más de dos metros de altitud estarán protegidos en todo su contorno por barandillas y plintos.
- No se emplearán los andamios para otros fines que para los contruidos.

5.6.2 Escaleras de mano

Preferentemente serán metálicas o de madera. Las escaleras de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza y los peldaños estarán ensamblados.

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos
- Caída de personas
- Inestabilidad.



b) Medidas de prevención

- Tendrán zapatas antideslizantes en los apoyos y al colocarse contra una pared estarán sujetas mediante ataduras o garras en su extremo superior.
- Uso de cinturones de seguridad para realizar trabajos en escaleras a más de 3 m sobre el nivel del suelo sujeto a un punto sólidamente fijado.
- El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará de frente a las mismas.
- No se transportarán cuando al mismo tiempo se está transportando un carga de más de 25 Kg.

5.6.3 Plataformas elevadoras

Estas dispondrán del certificado de garantía del fabricante y cumplirán el reglamento de aparatos elevadores R.D.2295/85 del 8 de Noviembre y sus modificaciones y reglamento de seguridad de las maquinas R.D. 1495/86 del 26 de Mayo y sus modificaciones y el R.D. 1436/92 de 27 de Noviembre en lo que se refiere a legislación sobre reglamento de maquinaria.

5.7 RIESGOS

Además de los comentados en cada uno de los apartados específicos y a modo de sumario de los posibles riesgos se enumeran los siguientes riesgos:

5.7.1 Riesgos profesionales

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Caídas al mismo nivel.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Electrocuciiones.
- Incendios y explosiones.

5.7.2 Riesgos de daños a terceros

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos.

5.8 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Al igual que en el anterior apartado y de acuerdo al reglamento citado de riesgos laborales, además de las medidas preventivas explicadas en cada uno de los apartados específicos y a modo de recapitulación se exponen los elementos de protección obligatorios según la situación y complementarios a las medidas citadas.



5.8.1 Protecciones individuales

5.8.1.1 Protección de la cabeza.

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Gafas contra impactos antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra proyección de partículas.
- Filtros para mascarilla.
- Protecciones auditivos.

5.8.1.2 Protección del Cuerpo.

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Mandil de cuero.

5.8.1.3 Protección extremidades superiores

- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.

5.8.1.4 Protección extremidades inferiores.

- Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
- Botas de seguridad clase III.

5.8.2 Protecciones colectivas

5.8.2.1 Señalización General

- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores, auditivos, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor. Cinta de balizamiento.

5.8.2.2 Protección contra incendios.

- Se emplearán extintores portátiles.



5.9 FORMACIÓN

El constructor está obligado a impartir formación en materia de seguridad e higiene en el trabajo, al personal de obra, en cumplimiento de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de Noviembre. [7]

5.10 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

5.10.1 Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa.

Este estará compuesto como mínimo, según la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, por los siguientes materiales: gasas, agua oxigenada, alcohol de 96 grados, amoníaco, mercurocromo, tintura de yodo, vendas, algodón hidrófilo, esparadrapo, analgésicos y tónicos cardiacos de urgencia, torniquete, jeringuilla, guantes esterilizados, agujas para inyectables, termómetro clínico, bolsas de goma para agua y hielo, hervidor, esparadrapo y antiespasmódicos. Además el botiquín deberá ser revisado mensualmente y lo usado se repondrá inmediatamente.

5.10.2 Reconocimientos médicos

De acuerdo a la Ley Prevención Riesgos Laborales 31/95 al 8 de Noviembre, todo el personal que comience a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico antes de empezar el trabajo, y será repetido en un año. Será indispensable que por parte del constructor se analice si el estado físico y psíquico del trabajador es el adecuado para efectuar trabajos con riesgos evidentes.

5.11 NORMATIVA APLICABLE

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. Y sus posteriores modificaciones como el R.D. 337/2010, de 19 de marzo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

El estudio básico de seguridad y salud se ha desarrollado basándose en las normativas [18], [19], [20], [21], [22] y [23].



6. PRESUPUESTO



Presupuesto				
CanPres	Ud	Resumen	PrPres	ImpPres
1		1. ELECTRICIDAD	769.041,61	769.041,61
		<p>- Las marcas comerciales que aparecen en el presupuesto deben entenderse a título orientativo de la calidad de los productos presupuestados, no derivándose obligatoriedad alguna en la adopción de dichas marcas aunque sí deberán ser iguales o equivalentes y debidamente homologadas.</p> <p>- Todas las unidades que aparecen en el presupuesto, se entienden totalmente instaladas y funcionando correctamente.</p> <p>- En todos los precios de las unidades de obra del proyecto está incluida la parte proporcional del importe de derechos, proyectos, dictámenes y legalización ante Industria para la puesta en marcha de todas las instalaciones.</p>		
1,00		1.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	51.183,00	51.183,00
1,00		1.1.1 OBRA CIVIL	7.072,00	7.072,00
1,00	ud	Edificio de Seccionamiento: PF-15	3.890,00	3.890,00
		Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PF-15, de dimensiones generales aproximadas 1360 mm de largo por 1164 mm de fondo por 2050 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.		
1,00	ud	Edificio de Transformación: local acondicionado	3.182,00	3.182,00
		Acondicionamiento de un edificio ya existente o fabricado en obra civil, para albergar la aparamenta, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales.		
1,00		1.1.1	7.072,00	7.072,00
1,00		1.1.2 EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN	21.133,00	21.133,00
1,00	ud	Entrada / Salida 1: CGMcosmos L-24	2.319,00	2.319,00
		<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1300 mm · Mando: manual tipo B <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>		
1,00	ud	Entrada / Salida 2: CGMcosmos L-24	2.319,00	2.319,00



		<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1300 mm • Mando: manual tipo B <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>		
1,00	ud	<p>Seccionamiento Compañía: CGMcosmos P-24</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1300 mm • Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.</p>	3.033,00	3.033,00
1,00	ud	<p>Remonte Cliente: CGMcosmos RC-24</p> <p>Módulo metálico para protección del remonte de cables al embarrado general, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un = 24 kV • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	1.598,00	1.598,00
1,00	ud	<p>Protección General: CGMcosmos P-24</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando (fusibles): manual tipo BR <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	3.033,00	3.033,00
1,00	ud	<p>Medida: CGMcosmos M-24</p>	5.713,00	5.713,00



		<p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un = 24 kV • Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>		
1,00	ud	<p>Seccionamiento Cliente: CGMcosmos L-24</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	2.319,00	2.319,00
1,00	ud	<p>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K-152.</p>	799,00	799,00
1,00		1.1.2	21.133,00	21.133,00
1,00		1.1.3 EQUIPO DE POTENCIA	15.377,00	15.377,00
1,00	ud	<p>Transformador 1: Transformador seco 24 kV</p> <p>Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 6% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.</p> <p>Se incluye también una protección con Central electrónica de alarmas.</p>	15.377,00	15.377,00
1,00		1.1.3	15.377,00	15.377,00
1,00		1.1.4 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	3.175,00	3.175,00
1,00	ud	<p>Cuadros BT - B2 Transformador 1: Otras salidas de Baja Tensión</p> <p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.</p>	230,00	230,00
1,00	ud	<p>Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1</p>	389,00	389,00



		Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.		
1,00	ud	Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida	2.556,00	2.556,00
		Kit terminal enchufable 12/20 kV para cable de aluminio hasta 240 mm ² , todo ello instalado, conectado y funcionando.		
1,00		1.1.4	3.175,00	3.175,00
1,00		1.1.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	3.634,00	3.634,00
1,00	ud	Tierras Exteriores Prot Seccionamiento: Anillo rectangular	1.223,00	1.223,00
		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexiónada, empleando conductor de cobre desnudo.		
		El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.		
		Características:		
		<ul style="list-style-type: none"> • Geometría: Anillo rectangular • Profundidad: 0,8 m • Número de picas: cuatro • Longitud de picas: 2 metros • Dimensiones del rectángulo: 2.0x2.0 m 		
1,00	ud	Tierras Exteriores Prot Transformación: Picas alineadas	601,00	601,00
		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexiónada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro. Características:		
		<ul style="list-style-type: none"> • Geometría: Picas alineadas • Profundidad: 0,8 m • Número de picas: dos • Longitud de picas: 2 metros • Distancia entre picas: 3 metros 		
1,00	ud	Tierras Exteriores del Centro de Transformación: Picas alineadas	601,00	601,00
		Tierra del neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.		
		Características:		
		<ul style="list-style-type: none"> • Geometría: Picas alineadas • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: dos • Longitud de picas: 2 metros • Distancia entre picas: 3 metros 		
1,00	ud	Tierras Interiores Prot Seccionamiento: Instalación interior tierras	403,00	403,00



		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentado de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.		
1,00	ud	Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras	403,00	403,00
		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentado de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.		
1,00	ud	Tierras Interiores del Centro de Transformación: Instalación interior tierras	403,00	403,00
		Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.		
1,00		1.1.5	3.634,00	3.634,00
1,00		1.1.6 VARIOS	792,00	792,00
1,00	ud	Defensa de Transformador 1: Protección física transformador	283,00	283,00
		Protección metálica para defensa del transformador.		
1,00	ud	Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación	389,00	389,00
		Equipo de iluminación compuesto de:		
		· Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.		
		· Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.		
1,00	ud	Maniobra de Seccionamiento: Equipo de seguridad y maniobra	120,00	120,00
		Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:		
		· Par de guantes de amianto		
		· Una palanca de accionamiento		
1,00		1.1.6	792,00	792,00
1,00		1.1	51.183,00	51.183,00
1,00		1.2 GRUPO ELECTRÓGENO	31.246,00	31.246,00
1,00	ud	Grupo Electrónico de 100KVA	31.246,00	31.246,00
		Grupo Electrónico de 100KVA, de la marca Electra Molins o equivalente, compuesto por Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PF-15, de dimensiones generales aproximadas 1360 mm de largo por 1164 mm de fondo por 2050 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.		
1,00		1.2	31.246,00	31.246,00



1,00		1.3 PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO	9.000,00	9.000,00
2,00	ud	Pararrayos con dispositivo de cebado	4.500,00	9.000,00
		<p>Pararrayos con dispositivo de cebado marca INGESCO modelo PDC 6.3 de 84 m de radio de acción NIVEL II, con avance en el cebado (At), del tiempo de anticipación en microsegundos. Cumpliendo la normativa UNE 21.186. de AENOR (B.O.E. nº 234, Ministerio de Industria y Energía del 27 de septiembre de 1996). Así como el reglamento de la marca AENOR "N".</p> <p>CARACTERISTICAS</p> <p>Certificado AENOR de producto nº 058/000002 Certificado del tiempo de avance en microsegundos del cebado, según norma UNE 21.186. expedido por AENOR para cada uno de los modelos PSR.</p> <p>Certificado del radio de acción.</p> <p>Certificado de continuidad de funcionamiento del pararrayos con impulsos de corriente de 100 KA, expedido por AENOR para cada uno de nuestros modelos PSR</p> <p>Certificado de aislamiento y funcionamiento en lluvia según norma UNE 21308</p> <p>Conjunto formado por:</p> <p>Pieza de adaptación cabezal-mástil, mástil de 6 mts. de longitud, con sus correspondientes anclajes. Bajada en conductor de cobre electrolítico puro de 70 mm², incluso abrazaderas de sujeción. Tubo de protección para los últimos tres m antes de tierra.</p> <p>Puesta a tierra compuesta por tres electrodos profundos de 2 mts. c/und., aditivos para la mejora de la conductibilidad del terreno (en caso necesario) y arqueta de registro y comprobación.</p> <p>Contador de rayos para verificar los impactos recibidos en la instalación, y así proceder rápidamente a la revisión de la misma, y de tarjeta de impulsos como indica la norma UNE 21186.</p> <p>Y partida alzada de mano de obra de los materiales detallados anteriormente, transportes, dietas y seguros. Todo ello según planos, memoria y especificaciones técnicas.</p>		
1,00		1.3	9.000,00	9.000,00
1,00		1.4 CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA	44.110,14	44.110,14
1,00	UD	CUADRO GENERAL DE B T	18.508,21	18.508,21
		<p>Cuadro denominado CGBT formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		
1,00	UD	CUADRO CE GPCI	147,69	147,69
		<p>Cuadro denominado CE GPCI formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		



1,00	UD	CUADRO CE AFS	173,94	173,94
<p>Cuadro denominado CE AFS formado por armario metálico equipado con perfilería portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>				
1,00	UD	CUADRO CE CAL	127,77	127,77
<p>Cuadro denominado CE CAL formado por armario metálico equipado con perfilería portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>				
1,00	UD	CUADRO CE COCINA	2.984,16	2.984,16
<p>Cuadro denominado CE ACS COCINA formado por armario metálico equipado con perfilería portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>				
1,00	UD	CUADRO CE TELECOMUNICACIONES	102,90	102,90
<p>Cuadro denominado CE TELECOMUNICACIONES formado por armario metálico equipado con perfilería portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>				
1,00	UD	CUADRO CE-PIS	230,64	230,64
<p>Cuadro denominado CE PIS formado por armario metálico equipado con perfilería portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>				
1,00	UD	CUADRO CE-PB-1	3.179,32	3.179,32



		<p>Cuadro denominado CE-PB-1 formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		
1,00	UD	CUADRO CE-P1-1	3.236,10	3.236,10
		<p>Cuadro denominado CE-P1-1 formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		
1,00	UD	CUADRO CE-P1-2	2.895,46	2.895,46
		<p>Cuadro denominado CE-P1-2 formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		
1,00	UD	CUADRO CE-P1-AUDITORIO	1.476,11	1.476,11
		<p>Cuadro denominado CE-P1-AUDITORIO formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		
1,00	UD	CUADRO CE-P1-ADMINISTRACION	1.153,22	1.153,22
		<p>Cuadro denominado CE-P1-ADMINISTRACION formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.</p>		
1,00	UD	CUADRO CE-P2-1	3.236,10	3.236,10



		Cuadro denominado CE-P2-1 formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.		
1,00	UD	CUADRO CE-P2-2	2.895,46	2.895,46
		Cuadro denominado CE-P2-2 formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.		
1,00	UD	CUADRO CE-P3	2.700,30	2.700,30
		Cuadro denominado CE-P3 formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.		
1,00	1.4		44.110,14	44.110,14
1,00	1.5 LÍNEAS ELÉCTRICAS		114.634,24	114.634,24
740,00	ml	Bandeja metál. Sendzimir 60x100	16,67	12.335,80
		Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada.		
740,00	ml	Bandeja metál. Sendzimir 60x400	24,36	18.026,40
		Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x400 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada.		
50,00	ml	Bandeja metál. Sendzimir 60x600	28,85	1.442,50
		Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x600 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada.		
150,00	ml	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x25mm ²	3,13	469,50



		Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado.		
5.250,00	ml	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x16 mm2	1,94	10.185,00
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
5.000,00	ml	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x25 mm2	2,74	13.700,00
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
175,00	ml	Conduct. SZ1-0,6/1kV Cu 1x70mm2	7,38	1.291,50
		Conductor SZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
2.050,00	ml	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x120mm2	9,95	20.397,50
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
480,00	ml	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x240mm2	15,71	7.540,80
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
710,00	ml	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x10 mm2	4,81	3.415,10
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
950,00	ml	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm2	9,95	9.452,50
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
960,00	ml	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x35mm2	12,19	11.702,40



		Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
150,00	ml	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x70mm2	19,55	2.932,50
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
1,00	ud	Retencionado de cables a bandejas	580,84	580,84
		Retencionado de cables en bandeja según descripción en Memoria, realizado mediante bridas de poliamida 6.6 color negro, incluso identificado de cables mediante etiquetas rotuladas UNEX o equivalente; todo ello instalado y terminado.		
1,00	ud	Terminales presión para cables	847,28	847,28
		Terminales de presión para los cables relacionados según secciones de los mismos, instalados mediante máquinas de presión con útil hexagonal, incluso tornillería y conexionado a Cuadros, Transformadores y Grupo Electrógeno; todo ello instalado y terminado.		
1,00	ud	Puesta a tierra Protección Baja Tensión	314,62	314,62
		Puesta a tierra de protección en Baja Tensión realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.		
1,00	1.5		114.634,24	114.634,24
1,00	1.6 DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS		154.516,20	154.516,20
196,00	ud	Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 empotrado	107,19	21.009,24
		Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado.		
1.482,00	ud	Punto luz empotrado 1,5 mm2	17,54	25.994,28
		Punto de luz empotrado desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado.		
338,00	ud	Punto emergencia empotrado	11,69	3.951,22
		Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor 07Z1 750 V, mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado.		
126,00	ud	Interruptor 10A 250V empotrable	15,49	1.951,74
		Interruptor empotrable 10A 250V, SIMON o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado.		
18,00	ud	Conmutador 10A 250V empotrable	19,36	348,48



		Conmutador empotrable 10A 250V, SIMON o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado.		
144,00	ud	Pulsador 10A 250V empotrable regulador	10,72	1.543,68
		Pulsador empotrable 10A 250V regulador, SIMON o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado.		
5,00	ud	Pulsador 10A 250V superficie IP55	18,51	92,55
		Pulsador 10A 250V, SIMON o equivalente, serie ÚNICA, incluso contenedor estanco IP55 con marco-bastidor, caja de superficie y tapa; instalado.		
144,00	ud	Pastilla para regulaciónn Dali	140,00	20.160,00
		Pastilla para control de la regulación Dali conectada al pulsador regulador, de la marca Philips; instalado.		
180,00	ud	Detector de presencia y movimiento con regulación según el nivel de luz natural.	110,15	19.827,00
		Detector de presencia y movimiento con regulación según el nivel de luz natural, de PHILIPS o equivalente, modelo Occuswitch para instalacion empotrada en falso techo, incluso fuente de alimentación, caja de registro, cableado, regulación de tiempo de encendido y nivel luminoso de bloqueo, completamente instalado y funcionando.		
111,00	ud	Detector de proximidad de empotrar encendido local	125,12	13.888,32
		Interruptor de proximidad ORBIS CIRCUMAT o similar, para instalacion empotrada en falso techo, con limitación de encendido por existencia de luz natural, incluso fuente de alimentación, caja de registro, cableado, regulación de tiempo de encendido y nivel luminoso de bloqueo, completamente instalado y funcionando.		
12,00	ud	Caja empotrar con perfil DIN y 1 telerruptor	57,49	689,88
		Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 1 telerruptor 16 A 2 polos, Schneider o equivalente, modelo TL; instalada.		
79,00	ud	Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 empotrado	155,91	12.316,89
		Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado.		
10,00	ud	Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 superficie	204,63	2.046,30
		Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado.		
546,00	ud	Punto toma de corriente empotrado 2,5mm2	23,87	13.033,02
		Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalado.		
8,00	ud	Punto toma de corriente superficie 2,5mm2	34,59	276,72
		Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalado.		
596,00	ud	Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca empotrable	11,79	7.026,84



		Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca SIMON o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada.		
8,00	ud	Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca superficie IP55	16,08	128,64
		Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca SIMON o equivalente, serie ÚNICA, incluso contenedor estanco IP55 con marco-bastidor, caja de superficie y tapa; instalada.		
20,00	ud	Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A 250V	109,14	2.182,80
		Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas SIMON o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y pliotio indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 2 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado.		
14,00	ud	Punto enchufe 3x20A+N+T empotrad	43,85	613,90
		Punto base de enchufe de empotrar 3x20A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado.		
6,00	ud	Alimentación motor 4x2,5mm2	112,06	672,36
		Alimentación de motor realizada mediante conductor RZ1 0,6/1 kV de sección 4x2,5 mm2, tubo de acero flexible, racores de latón niquelado con tuercas y contratuercas; instalada.		
12,00	ud	Toma equipotencial baños y aseos	11,69	140,28
		Toma equipotencial para cuartos de baño y aseo, con parte proporcional de cable de cobre H07Z1-U libre de halógenos de 4 mm2 según UNE 20432.1, 20432.3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1, 21172.2, IEC-754.1 y BS-6425.1, tubo de PVC flexible de doble capa del tipo forroplast, abrazaderas y cajas de empotrar de paso y derivación, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.		
1,00	1.6		154.516,20	154.516,20
1,00	1.7 ILUMINACIÓN		333.236,00	333.236,00
744,00	Ud	Luminaria de empotrar Philips modelo CoreView Panel RC165V LED 34S 41W.	219,00	162.936,00
		Materiales : Marco de plástico y cierre de PMMA Fuente deluz:LEDs de alta potencia Equipos Incluido en la luminaria, fijo (PSU) y regulable Dali (PSD) Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: 3400 lm (UGR<22) Consumo del sistema: 41W (eficacia 83 lm/W) Vida 65.000 horas (L70) Instalación Empotrada en perfil visto. Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.		
99,00	Ud	Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 37S 41W.	230,00	22.770,00



		<p>Materiales Carcasa: Acero Óptica: Policarbonato Fuente de luz Philips FORTIMO LED 1R. Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: 37S= 3700 lúmenes Consumo del sistema: 41W. Vida 50.000 h. Regulación y control PSD (dali) Eficacia del sistema de 98 lm/W Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.</p>		
264,00	Ud	<p>Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 27S 28W.</p> <p>Materiales Carcasa: Acero Óptica: Policarbonato Color Blanco (RAL 9016) Fuente de luz Philips FORTIMO LED 1R Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: 27S= 2700 lúmenes Consumo del sistema: 28W. Vida 50.000 h. Regulación y control PSD (dali) Eficacia del sistema: 90lm/W</p>	220,00	58.080,00
63,00	Ud	<p>Luminaria de empotrar Philips modelo SchoolVision TBS477 1x54W.</p> <p>Luminaria de empotrable, con lampara 1x54W, marca Philips, modelo Schoolvision TBS477 840 HFD H2L A, con parte proporcional de línea formada por 3 cables de cobre H07Z-K, 2,5 mm² de sección, Afumex de Pirelli p/p de soportes, cajas, bornas, etc., y de tubo de dimensión adecuada a número de circuitos (de PVC rígido en instalación vista o bajo techo o de PVC flexible reforzado en rozas de paredes y/o techos), totalmente instalado según planos y en funcionamiento.</p>	110,00	6.930,00
115,00	Ud	<p>Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED22S 23W.</p> <p>Luminaria estanca con tecnología LED, dentro de la familia Coreline LED que permite un ahorro de energía de hasta el 50% comparado con tubos fluorescentes. Materiales Carcasa y difusor de policarbonato de alta calidad. Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: LED22S- 2200 lm Consumo del sistema: LED22S-23W Vida 50.000 h. Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.</p>	100,00	11.500,00
42,00	Ud	<p>Downlight de empotrar Philips modelo LuxSpace DN571B LED24S 25W.</p> <p>Downlight con tecnología LED para iluminación general en aplicaciones de interior. Solución más eficiente que los tradicionales downlights con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo ahorros de hasta el 50%. Versiones empotradas H= 121mm (UGR19): DN571B. Flujos de 1200lm, 2000lm y 2400lm Materiales Carcasa y aro de aluminio, reflectores plásticos. PSED-E (regulable DALI) Temperatura 4000K Eficacia del sistema: 100lm/W (4000K) Vida útil 50.000 h. Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.</p>	300,00	12.600,00
33,00	Ud	<p>Downlight de empotrar Secom modelo Ducto Medium 25W.</p>	62,30	2.055,90



		Downlight para empotrar para módulo compuesto con lámparas LED Osram Golden Dragon Plus, fabricado en chapa de acero y aluminio, IP 43. Incluye módulo LED, driver y cristal. Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.		
66,00	Ud	Downlight de empotrar Philips modelo Coreline Proset RS141B LED6-32-/840 12W.	42,00	2.772,00
		Downlight con tecnología LED para iluminación de acento en todo tipo de aplicaciones de interior. Permite sustituir una lámpara halógena dicroica (12V 50W) con el consiguiente ahorro de energía (más de 75%). Materiales Aluminio Fuente de luz: Módulo LED Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: 650lm Consumo del sistema: 12W Eficacia del sistema: 62lm/w Vida 50.000 h. Regulación y Control: Dali Haz 32D. Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.		
42,00	Ud	Aplicador de pared Philips modelo WL120V LED16S 24W.	175,00	7.350,00
		Luminaria adosable a paredes o techos, con tecnología LED dentro de la familia Coreline LED. Para aplicaciones de interior y exterior gracias a su IP65 e IK10. Materiales Difusor: policarbonato opal Casquillo: termoplástico reforzado con fibra de vidrio. Fuente de luz: Leds de alta potencia Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: 16S (1600lm). Consumo del sistema: 24W Eficacia del Sistema: 67lm/W. Vida 50.000 h. Regulación y Control: PSD (Dali) Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.		
14,00	Ud	Luminaria Exterior Philips modelo ClearFood BVP650 G2 30K 1xECO/740 S 244W 30000lm	1.240,00	17.360,00
		Materiales Marco y carcasa: Aluminio inyectado a alta presión. Ópticas: PMMA. Color RAL 9007. Fuente de luz: LED. Temperatura de color: 4000K. Flujo del sistema: 30.000 lm Consumo del sistema: 244W Vida 75.000h. Equipos LED: 1-10V (D7), DALI (D9), regulación programable (hasta 5 pasos DDF) Ópticas Asimétrica (52º), Simétrica, Variable (R1, R2 R3). IP66. Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.		
338,00	ud	Apar. autón. emerg. 400 lum 1h	85,45	28.882,10
		Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA LD N8, con señalización LED y lámpara de emergencia LED de 8 W, 400 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado.		
1,00	1.7		333.236,00	333.236,00



1,00		1.8 RED GENERAL DE TIERRAS	8.267,47	8.267,47
1.316,00	M.I	Cable de cobre desnudo 50 mm2	2,86	3.763,76
		Cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección, completamente instalado, según Planos IE-19 y IE-20		
476,00	Ud.	Soldadura de alto punto de fusión	8,52	4.055,52
		Soldadura de alto punto de fusión entre placas y cable principal de tierra.		
7,00	Ud	Pica de acero	3,67	25,69
		Pica para puesta a tierra, de acero cobreado, de 2,5 m de longitud y 18 mm, incluso grapas y abrazaderas, completamente montada		
18,00	M.I	Cab.de cob.H07V ama. verde 50 mm2	4,55	81,90
		Cable de cobre , tipo H07V-K, 1 x 50 mm2 de sección, amarillo-verde de tierra, baja emisión de humos y halógenos, Pirelli, Saenger o similar aprobado, totalmente instalado.		
5,00	Ud	Puente de comprobación	54,64	273,20
		Caja para puente de comprobación, totalmente instalada según se muestra en Planos de IE-04 a IE-10		
1,00		1,8	8.267,47	8.267,47
1,00		1. 9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GARAJE	22.848,56	22.848,56
1,00		1.9.1 CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA	1.062,76	1.062,76
1,00	UD	CUADRO CE-GARAJE	1.062,76	1.062,76
		Cuadro denominado CE GARAJE formado por armario metálico equipado con perfilera portaequipos, bandejas de conducción de cables, bornas de salida, cableado interior y demás material auxiliar necesario para el montaje de los equipos, puerta transparente y con cerradura, conteniendo el aparellaje y elementos definidos en el Diagrama Unifilar. Puesto en su ubicación en planos, completamente montado, instalado y conectado, incluso material auxiliar de instalación. Marca Schneider o equivalente.		
1,00		1.9.1	1.062,76	1.062,76
280,00		1.9.2 LÍNEAS ELÉCTRICAS	24,36	6.820,80
280,00	ml	Bandeja metál. Sendzimir 60x100	16,67	4.351,20
		Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada.		
280,00	ml	Bandeja metál. Sendzimir 60x400	24,36	6.820,80
		Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x400 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada.		
150,00	ml	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x16 mm2	1,94	291,00



		Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
30,00	ml	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm2	9,95	298,50
		Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado.		
1,00		1.9.2	11.761,50	11.761,50
1,00		1.9.3 DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS	7.070,30	7.070,30
12,00	ud	Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 superficie	185,14	2.221,68
		Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado.		
62,00	ud	Punto luz superficie 1,5 mm2	57,49	3.564,38
		Punto de luz de superficie desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado.		
22,00	ud	Punto emergencia superficie	38,00	836,00
		Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor 07Z1 750 V; mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado.		
4,00	ud	Alimentación motor 4x2,5mm2	112,06	448,24
		Alimentación de motor realizada mediante conductor RZ1 0,6/1 kV de sección 4x2,5 mm2, tubo de acero flexible, racores de latón niquelado con tuercas y contratueras; instalada.		
1,00		1.9.3	7.070,30	7.070,30
1,00		1.9.4 ILUMINACION	7.827,30	7.827,30
1,00	Ud	Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 27S 28W.	220,00	220,00
		Materiales Carcasa: Acero Óptica: Policarbonato Color Blanco (RAL 9016) Fuente de luz Philips FORTIMO LED 1R Temperatura de color: 4000K Flujo del sistema: 27S= 2700 lúmenes Consumo del sistema: 28W. Vida 50.000 h. Regulación y control PSD (dali) Eficacia del sistema: 90lm/W		
59,00	Ud	Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED22S 23W.	100,00	5.900,00



		<p>Luminaria estanca con tecnología LED, dentro de la familia Coreline LED que permite un ahorro de energía de hasta el 50% comparado con tubos fluorescentes.</p> <p>Materiales Carcasa y difusor de policarbonato de alta calidad.</p> <p>Temperatura de color: 4000K</p> <p>Flujo del sistema: LED22S- 2200 lm</p> <p>Consumo del sistema: LED22S-23W</p> <p>Vida 50.000 h.</p> <p>Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.</p>		
2,00	Ud	<p>Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED18S 19W.</p> <p>Luminaria estanca con tecnología LED, dentro de la familia Coreline LED que permite un ahorro de energía de hasta el 50% comparado con tubos fluorescentes.</p> <p>Materiales Carcasa y difusor de policarbonato de alta calidad.</p> <p>Temperatura de color: 4000K</p> <p>Flujo del sistema: LED18S-1800 lm</p> <p>Consumo del sistema: LED18S-19W</p> <p>Vida 50.000 h</p> <p>Totalmente instalado según planos y en funcionamiento.</p>	82,00	164,00
22,00	Ud	<p>Emergencias hydra n7 350 lum</p> <p>Panel de mando formado por 58 pulsadores conectados a telerruptores de cuadros según se indica en esquemas unifilares de cuadros y en relación siguiente, accionamiento del alumbrado genera</p> <p>- Cuadro CAF-M10-5 : 4</p>	70,15	1.543,30
1,00	1.9.4		7.827,30	7.827,30
1,00	1.9.5 RED GENERAL DE TIERRAS		67,40	67,40
20,00	M.I	<p>Cab.de cob.H07V ama. verde 35 mm2</p> <p>Cable de cobre , tipo H07V-K, 1 x 35 mm2 de sección, amarillo-verde de tierra, baja emisión de humos y halógenos, Pirelli, Saenger o similar aprobado, totalmente instalado.</p>	3,37	67,40
1,00	1.9.5		67,40	67,40
1,00	1.9		22.848,56	22.848,56
1	1		769.041,61	769.041,61
1	CENTRO DOCENTE		769.041,61	769.041,61



7. CONCLUSIONES



Conclusiones

Una vez culminado este proyecto y con ello el trabajo de fin de grado, se han podido definir todos los componentes y conocimientos necesarios para la correcta instalación eléctrica de un centro docente.

Como se pretendía en los objetivos, se ha logrado establecer y entender las condiciones que debe satisfacer el montaje, justificándose con la normativa vigente.

Por otra parte se ha garantizado la seguridad frente a riesgos eléctricos de personas o animales gracias a la estructura elegida en cada punto de la instalación. Quedando sobredimensionada en algunos casos, lo que permite introducir ampliaciones futuras.

Como característica especial del presente trabajo destacan las ventajas que ofrece, según los cálculos realizados, la utilización de la tecnología led frente a la fluorescencia (la más utilizada hasta el momento). Como cabía esperar el empleo de la iluminación led en este centro confirma las ventajas de esta tecnología, disminuyendo el consumo y con ello sobrepasando la eficiencia energética a cumplir por normativa, consiguiendo mayor seguridad en la instalación, al igual que ampliando la vida útil de las luminarias y reduciendo el mantenimiento.

Además se consigue mayor eficiencia, mediante la colocación de detectores de presencia, mejorando este aspecto tanto a nivel de consumo como de confort para los usuarios, ya que permite regular las luminarias según el aporte de luz natural.



8. BIBLIOGRAFÍA



Bibliografía

- [1] Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las normas UNE aplicables. Boletín Oficial del Estado, 18 de septiembre de 2002, núm. 224.
- [2] Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Guías Técnicas de Aplicación del Reglamento electrotécnico para Baja Tensión. Revisión de febrero de 2015.
- [3] IBERDROLA. Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30KV) y baja tensión. Ed.9. 2014
- [4] Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación. 17 de marzo de 2006 y sus actualizaciones de Documentos Básicos de 2010, 2013 y 2014.
- [5] Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Boletín Oficial del Estado, 9 de junio de 2014.
- [6] Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Publicadas por Orden del MINER de 24 de marzo de 2000.
- [7] UNESA Asociación Española de la Industria Eléctrica. Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría. UNESA; 1989.
- [8] Ormazabal. Sistema modular y compacto (RMU) con aislamiento integral en gas, modelo cgmcosmos. Ormazabal; 2015; [Online] Disponible en: http://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/ca-100-es-1501_lr.pdf
- [9] Electra Molins. Datos técnicos del grupo electrógeno: Modelo Electra Molins EMJ-110 Fijo/Automático. Barcelona: Electra Molins; 2015 [Online] Disponible en: <http://www.electramolins.es/CartecPDF.aspx?IdGrupo=14&Potencia=110&FCo ns=1&IdiomaISO=es>
- [10] Prysmian. Cables y Accesorios para Baja Tensión. Prysmian; 2015; [Online] Disponible en: http://www.prysmianclub.es/files/92a2b5cb9c/0/8/bt_2014_unapag.pdf
- [11] Pemsas. Catálogo General de sistemas de bandejas y canales metálicos nº 218. Madrid: Pemsas; 2009; [Online] Disponible en: <http://www.pemsas-rejiband.com/wp-content/uploads/2015/01/2.-Pemsas-Catalogo-General-Sistemas-Bandejas-218.pdf>
- [12] Schneider Electric. Aparamenta modular, cofrets modulares y tomas industriales Acti 9. Schneider Electric; 2015; [Online] Disponible en: http://www.schneiderelectric.es/documents/local/soporte/tarifas/2015/enero/PDFs/ESMKT02010A15_Aparamenta-Modular.pdf



[13] Schneider Electric. Guía de diseño de instalaciones eléctricas. Ed. 2ª. 2008; [Online] Disponible en: http://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/distribucion_electrica/guia_instalaciones_electricas/guia-diseno-instalaciones-electricas-2008.pdf

[14] J.L. Sanz Serrano y J.C. Toledano Gasca. Técnicas y Procesos en las instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión. 6ª ed; Paraninfo; 2009.

[15] INGESCO. Protección contra el rayo, pararrayos y tomas de tierra. Barcelona: INGESCO; 2015; [Online] Disponible en: http://www.ingesco.com/arxius/Catalogo_INGESCO_2012_lowres.pdf

[16] Acta I de la reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del R.E.B.T. (R.D. 842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid; ASEICAM; 2003; [Online] Disponible en: http://www.aseicam.com/archivos/gtrebt28_11_2003.pdf

[17] ASEICAM Asociación de Entidades de Inspección de la Comunidad de Madrid. Acta II de la reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del R.E.B.T. (R.D. 842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid. ASEICAM; 2004. [Online] Disponible en: http://www.aseicam.com/archivos/gtrebt12_02_2004.pdf

[18] Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. 14 de abril de 1997.

[19] Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. 8 de junio de 2001.

[20] Ley 31/1995, de 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.), 8 de noviembre de 1995.

[21] Real Decreto 2295/85 del 8 de Noviembre, Reglamento de aparatos elevadores y sus modificaciones.

[22] Real Decreto 1495/86 del 26 de Mayo, Reglamento de seguridad de las máquinas y sus modificaciones.

[23] Real Decreto 1436/92 del 27 de Noviembre en lo que se refiere a legislación sobre reglamento de maquinaria. 27 de noviembre de 1992.



ANEXO A: Índice de figuras

Figura 1. Esquema de cuadros eléctricos en el centro. Elaboración propia.....	pág.6
Figura 2. Vista frontal y esquema unifilar del prefabricado del Centro de Seccionamiento según el catálogo de Ormazabal.....	pág.17
Figura 3. Vista frontal y esquema unifilar de las celdas del Centro de Transformación según el catálogo de Ormazabal [8].....	pág.21
Figura 4. Transformador utilizado por Ormazabal marca Contradis [8].....	pág.22
Figura 5. Grupo Electrónico del fabricante Electra Molins [9].....	pág.29
Figura 6. Estructura de un cable normalizada por distintas compañías de MT del fabricante Prysmian [10].....	pág.33
Figura 7. Conductor con la designación RZ1-K 0.6/1KV (AS+) del fabricante Prysmian [10].....	pág.36
Figura 8. Bandeja de rejilla del fabricante Pensa-Rejiband [11].....	pág.39
Figura 9. Bandeja ciega del fabricante Pensa-Rejiband [11].....	pág.39
Figura 10. Tubos protectores del fabricante Pensa-Rejiband [11].....	pág.40
Figura 11. Volumen de accesibilidad según la ITC-BT-24. [1].....	pág.47
Figura 12. Interruptor diferencial iLD Acti 9 del fabricante Schneider Electric [12].....	pág.50
Figura 13. Componentes principales de un interruptor automático [13].....	pág.51
Figura 14. Curvas de disparo típicas de los interruptores automáticos según la GUÍA-BT-22. [1].....	pág.52
Figura 15. Portafusibles del fabricante Schneider Electric [12].....	pág.53
Figura 16. Esquema TT según la instrucción ITC-BT-24. [1].....	pág.66
Figura 17. Esquema TN-C según la instrucción ITC-BT-24. [1].....	pág.67
Figura 18. Esquema TN-S según la instrucción ITC-BT-24. [1].....	pág.67



Figura 19. Esquema IT aislado de tierra según la instrucción ITC-BT-24. [1]...	pág.68
Figura 20. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno español según el CTE-DB-SU-8. [4].....	pág.71
Figura 21. Sistemas de instalación de protección contra el rayo del fabricante INGESCO [15].....	pág.72
Figura 22. Volumen peligroso para un garaje sin ningún foso o depresión según [17].....	pág.75
Figura 23. Modelado de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración. Elaboración propia.....	pág.118
Figura 24. Plano isolux de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración. Elaboración propia.....	pág.118
Figura 25. Ubicación del observador UGR.....	pág.119
Figura 26. Modelado de la secretaría en administración. Elaboración propia.....	pág.119
Figura 27. Plano isolux de la secretaría en administración. Elaboración propia.....	pág.120
Figura 28. Ubicación del observador UGR.....	pág.120
Figura 29. Modelado del archivo de administración. Elaboración propia.....	pág.121
Figura 30. Plano isolux del archivo de administración. Elaboración propia...	pág.121
Figura 31. Ubicación del observador UGR.....	pág.122
Figura 32. Modelado de un despacho en administración. Elaboración propia.....	pág.122
Figura 33. Plano isolux de un despacho en administración. Elaboración propia.....	pág.123
Figura 34. Ubicación del observador UGR.....	pág.123
Figura 35. Modelado de una sala de estar en administración. Elaboración propia.....	pág.124
Figura 36. Plano isolux de una sala de estar en administración. Elaboración propia.....	pág.124
Figura 37. Ubicación del observador UGR.....	pág.125
Figura 38. Modelado de la sala de profesores en administración. Elaboración propia.....	pág.125
Figura 39. Plano isolux de la sala de profesores en administración. Elaboración propia.....	pág.126
Figura 40. Ubicación del observador UGR.....	pág.126



Figura 41. Modelado del despacho grande en administración. Elaboración propia.....	pág.127
Figura 42. Plano isolux del despacho grande en administración. Elaboración propia.....	pág.127
Figura 43. Ubicación de dos observadores UGR.....	pág.128
Figura 44. Modelado del auditorio. Elaboración propia.....	pág.128
Figura 45. Plano isolux del auditorio. Elaboración propia.....	pág.128
Figura 46. Ubicación de dos observadores UGR.....	pág.129
Figura 47. Modelado del comedor. Elaboración propia.....	pág.129
Figura 48. Plano isolux del auditorio. Elaboración propia.....	pág.130
Figura 49. Ubicación de tres observadores UGR.....	pág.130
Figura 50. Modelado de un aula grande tipo. Elaboración propia.....	pág.131
Figura 51. Plano isolux de un aula grande tipo. Elaboración propia.....	pág.131
Figura 52. Plano isolux de la pizarra de un aula grande tipo. Elaboración propia.....	pág.132
Figura 53. Ubicación de dos observadores UGR.....	pág.132
Figura 54. Modelado de un aseo tipo. Elaboración propia.....	pág.133
Figura 55. Plano isolux de un aseo tipo. Elaboración propia.....	pág.133
Figura 56. Ubicación de tres observadores UGR.....	pág.134
Figura 57. Modelado de un pasillo tipo. Elaboración propia.....	pág.134
Figura 58. Plano isolux de un pasillo tipo. Elaboración propia.....	pág.135
Figura 59. Ubicación de un observador UGR.....	pág.135
Figura 60. Modelado del edificio. Elaboración propia.....	pág.136
Figura 61. Plano isolux del exterior del edificio. Elaboración propia.....	pág.136



ANEXO B: Índice de tablas

Tabla 1. Superficies de las distintas áreas del centro. Elaboración propia.....	pág.7
Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾ según el CTE.....	pág.8
Tabla 3. Calculo de la ocupación en el centro. Elaboración propia.....	pág.10
Tabla 4. Previsión de potencias a instalar en el Centro. Elaboración propia....	pág.13
Tabla 5. Características generales del Grupo Electrógeno del fabricante Electra Molins [9].....	pág.29
Tabla 6. Intensidades admisibles en amperios para el Cu Temperatura ambiente 40°C en el aire. Tabla A.52-1 de la norma UNE 20460-5-523. [1].....	pág.32
Tabla 7. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los cables o conductores a conducir de acuerdo a la instrucción ITC-BT-21. [1].....	pág.41
Tabla 8. Elección de las canalizaciones según la instrucción ITC-BT-20. [1]..	pág.42
Tabla 9. Situación de las canalizaciones según la instrucción ITC-BT-20. [1]..	pág.42
Tabla 10. Aplicación de las medidas de protección según un esquema TT de acuerdo a la ITC-BT-22. [1].....	pág.43
Tabla 11. Tensión soportada a impulsos según la categoría de acuerdo a la ITC-BT-23. [1].....	pág.45
Tabla 12. Requisitos de Iluminación en las distintas zonas de los edificios educativos según la norma UNE 12464-1. [1].....	pág.56
Tabla 13. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios según el DB-SI2 del CTE[4].....	pág.60-61
Tabla 14. Normas de aplicación en función el proyecto según la GUÍA-BT-28. [2].....	pág.62
Tabla 15. Tipos de alumbrado de emergencia según la GUÍA-BT-28 [2].....	pág.62
Tabla 16. Coeficiente relacionado con el entorno según el CTE-DB-SU-8.[4].	pág.93
Tabla 17. Coeficiente C_2 en función del tipo de estructura según el CTE-DB-SU-8.[4].....	pág.94



Tabla 18. Coeficiente C_3 en función del tipo de contenido según el CTE-DB-SU-8.[4].....	pág.94
Tabla 19. Coeficiente C_4 en función del tipo de uso del edificio según el CTE-DB-SU-8.[4].....	pág.94
Tabla 20. Coeficiente C_5 relacionado con la necesidad de continuidad de las actividades del edificio según el CTE-DB-SU-8.[4].....	pág.94
Tabla 21. Nivel de protección según el CTE-DB-SU-8.[4].....	pág.95
Tabla 22. Métodos de instalación que facilitan las indicaciones para determinar las intensidades admisibles. (Tabla 52-B2 UNE 20460-5-523) [1].....	pág.98
Tabla 23. Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores. (Tabla 52-E1 UNE 20460-5-523) [1].....	pág.99
Tabla 24. Intensidades admisibles al aire para una temperatura ambiente de 40°C según la norma UNE 20460-5-523 [1].....	pág.100
Tabla 25. Cálculos eléctricos del Cuadro General de Baja Tensión. Elaboración propia.....	pág.101
Tabla 26. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-01. Elaboración propia.....	pág.102
Tabla 27. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Informática. Elaboración propia.....	pág.103
Tabla 28. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Garaje. Elaboración propia.....	pág.104
Tabla 29. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-02. Elaboración propia.....	pág.105
Tabla 30. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Auditorio. Elaboración propia.....	pág.106
Tabla 31. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-03. Elaboración propia.....	pág.107
Tabla 32. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Administración. Elaboración propia.....	pág.108
Tabla 33. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-04. Elaboración propia.....	pág.109
Tabla 34. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-05. Elaboración propia.....	pág.110
Tabla 35. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-06. Elaboración propia.....	pág.111
Tabla 36. Cálculos eléctricos del Cuadro CE-Cocina. Elaboración propia.....	pág.112
Tabla 37. Intensidades de cortocircuito de las derivaciones individuales. Elaboración propia.....	pág.115
Tabla 38. Selección de poder de corte de la aparamenta. Elaboración propia.....	pág.116

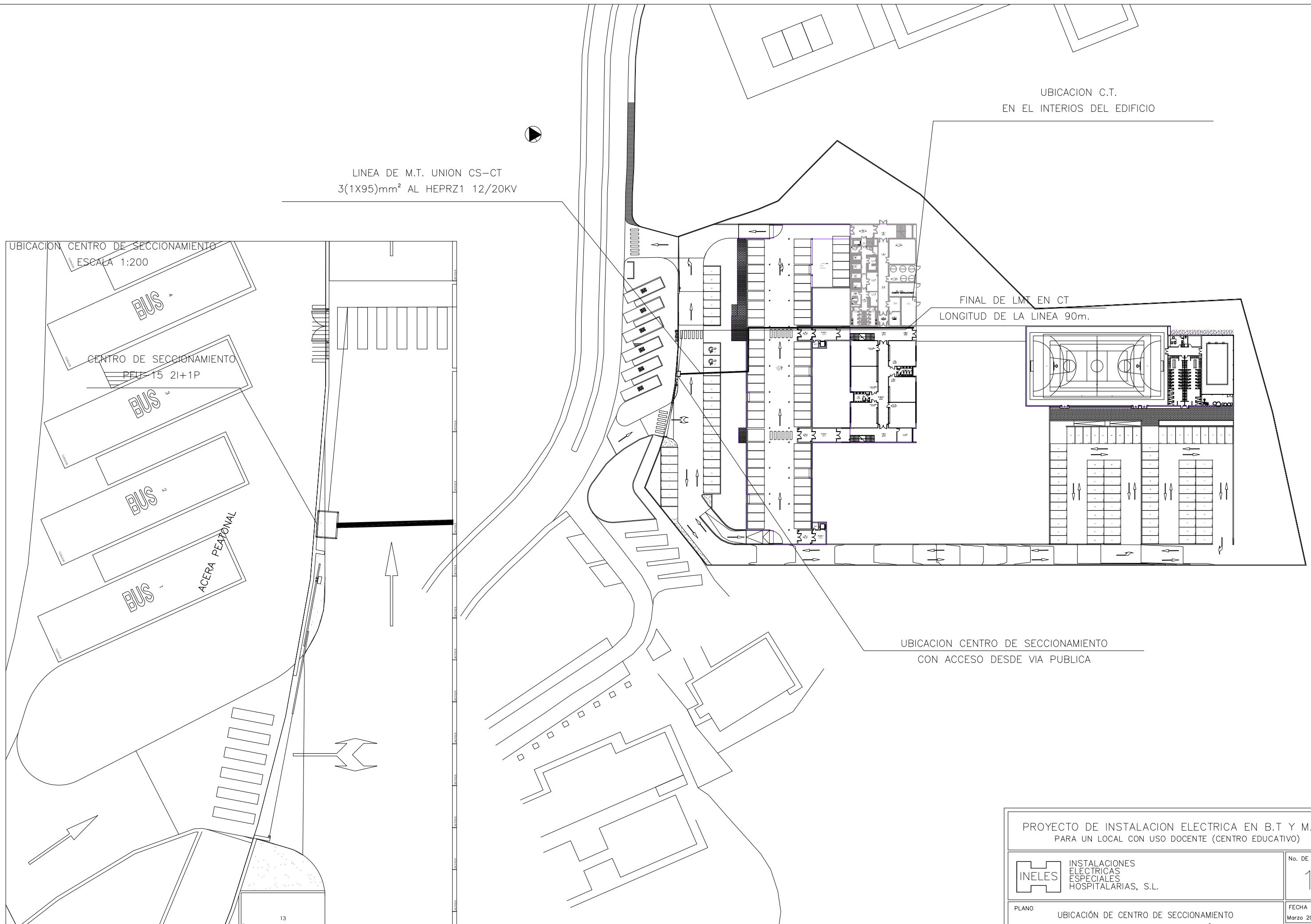


Tabla 39. Valores límite de eficiencia energética de la instalación según el Código Técnico de la Edificación [2].....	pág.117
Tabla 40. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la sala de instalaciones de comunicaciones en administración. Elaboración propia.....	pág.118
Tabla 41. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la secretaría en administración. Elaboración propia.....	pág.120
Tabla 42. Cálculos de iluminancia y uniformidad del archivo de administración. Elaboración propia.....	pág.121
Tabla 43. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un despacho en administración. Elaboración propia.....	pág.123
Tabla 44. Cálculos de iluminancia y uniformidad de una sala de estar en administración. Elaboración propia.....	pág.124
Tabla 45. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la sala de profesores en administración. Elaboración propia.....	pág.126
Tabla 46. Cálculos de iluminancia y uniformidad del despacho grande en administración. Elaboración propia.....	pág.127
Tabla 47. Cálculos de iluminancia y uniformidad del auditorio. Elaboración propia.....	pág.129
Tabla 48. Cálculos de iluminancia y uniformidad del comedor. Elaboración propia.....	pág.130
Tabla 49. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un aula grande tipo. Elaboración propia.....	pág.132
Tabla 50. Cálculos de iluminancia y uniformidad de la pizarra de un aula grande tipo. Elaboración propia.....	pág.132
Tabla 51. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un aseo tipo. Elaboración propia.....	pág.133
Tabla 52. Cálculos de iluminancia y uniformidad de un pasillo tipo. Elaboración propia.....	pág.135
Tabla 53. Cálculos de iluminancia y uniformidad del exterior del edificio. Elaboración propia.....	pág.136
Tabla 54. Cálculo de lux que emite el alumbrado de emergencia en las distintas aéreas del centro. Elaboración propia.....	pág.137

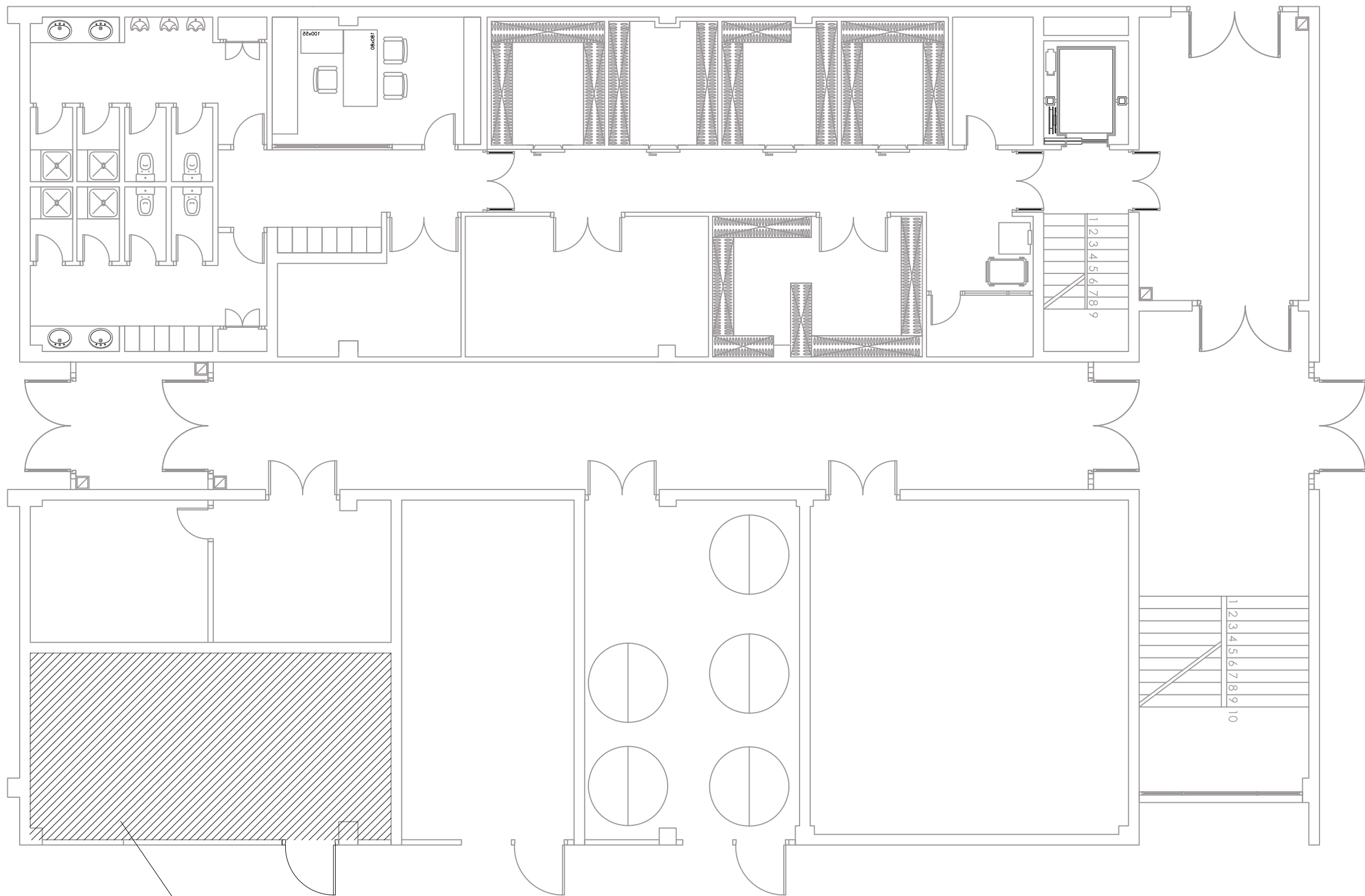


ANEXO C: PLANOS

1	UBICACIÓN DEL C.Secc. Y DEL C.T.
2	UBICACIÓN LOCAL DEL C.T.
3	DISTRIBUCIÓN INTERIOR DEL C.T.
4	CANALIZACIONES LÍNEAS M.T. Y B.T.
5	DISTRIBUCIÓN ALUMBRADO Y FUERZA DEL LOCAL DEL C.T.
6	ESQUEMA UNIFILAR DEL C.Secc. Y DEL C.T.
7	ALZADO Y PLANTAS DE CELDAS DE M.T. DEL C.Secc.
8	RED DE TIERRAS DE M.T. EN EL LOCAL DEL C.T.
9	INSTALACIÓN ELECTRICA EN PLANTA 00
10	INSTALACIÓN ELECTRICA EN PLANTA 01
11	INSTALACIÓN ELECTRICA EN PLANTA 02
12	INSTALACIÓN ELECTRICA EN PLANTA 03
13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DETALLE COCINA
14	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
15	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-01
16	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-02
17	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-03
18	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-04
19	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-05
20	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-06
21	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-Administración
22	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-Auditorio
23	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-Informática
24	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-Garaje
25	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CE-Cocina
26	RECORRIDO DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA 00
27	RECORRIDO DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA 01
28	RECORRIDO DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA 02
29	RECORRIDO DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA 03
30	RED DE TIERRA DE B.T.
31	LEYENDA



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T. PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)		
 INELES	INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES HOSPITALARIAS, S.L.	No. DE PLANO 1
		FECHA Marzo 2015
PLANO	UBICACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	ESCALA 1/1000



LOCAL DESTINADO A CENTRO DE TRANSFORMACION
CON ACCESO DESDE EL EXTERIOR.

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)

INELES INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

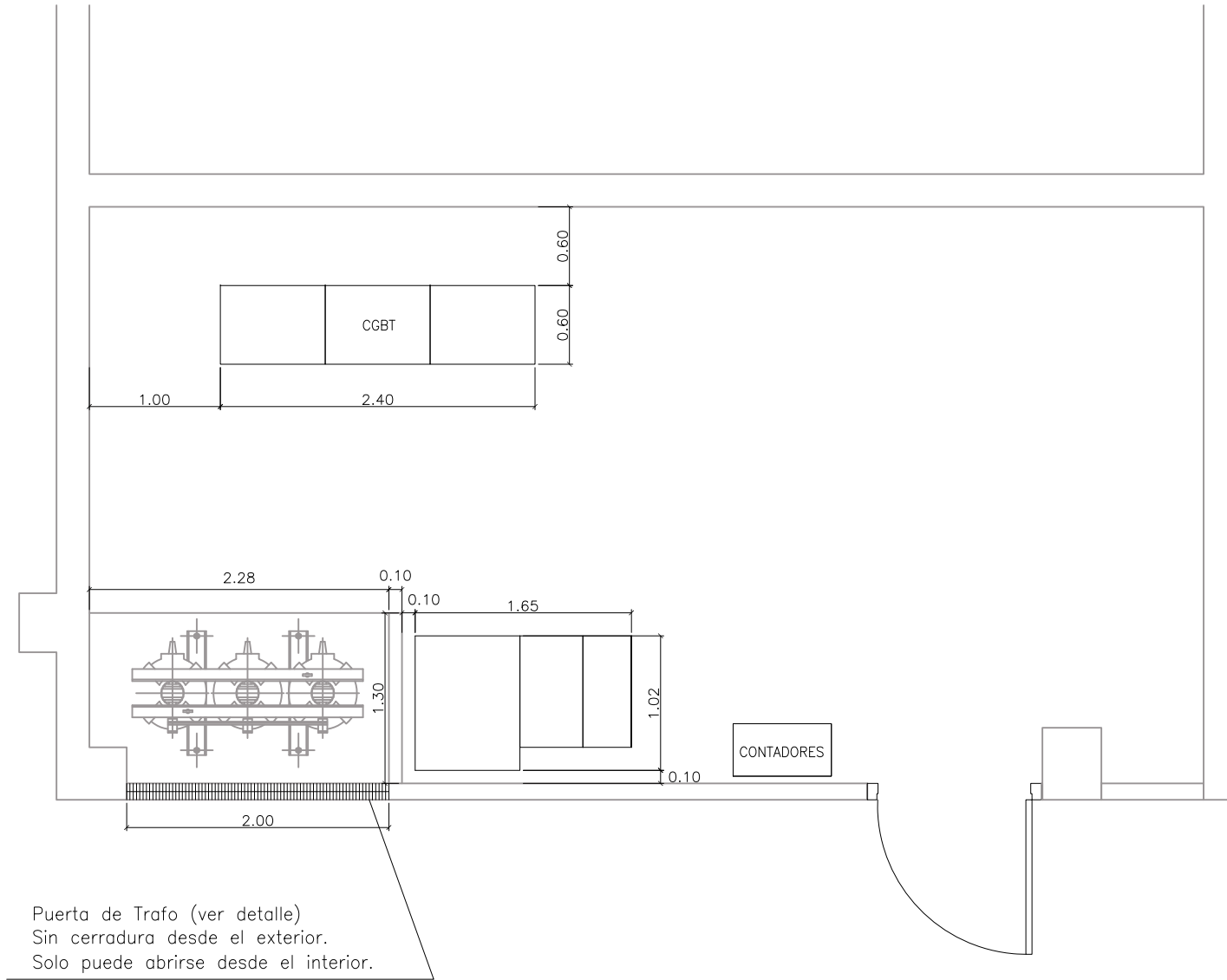
No. DE PLANO

2

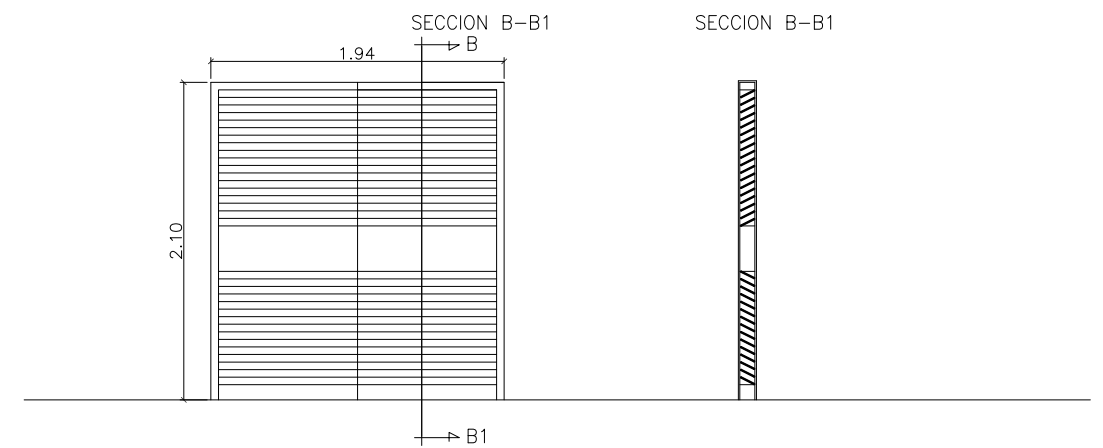
PLANO UBICACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO
Y DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA
Marzo 2015

ESCALA
1/200



DETALLE DE VENTILACION EN PUERTA DE C.T.
*SUPERFICIE EFECTIVA DE VENTILACION INFERIOR 0.7m²
*SUPERFICIE EFECTIVA DE VENTILACION SUPERIOR 0.8m²



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

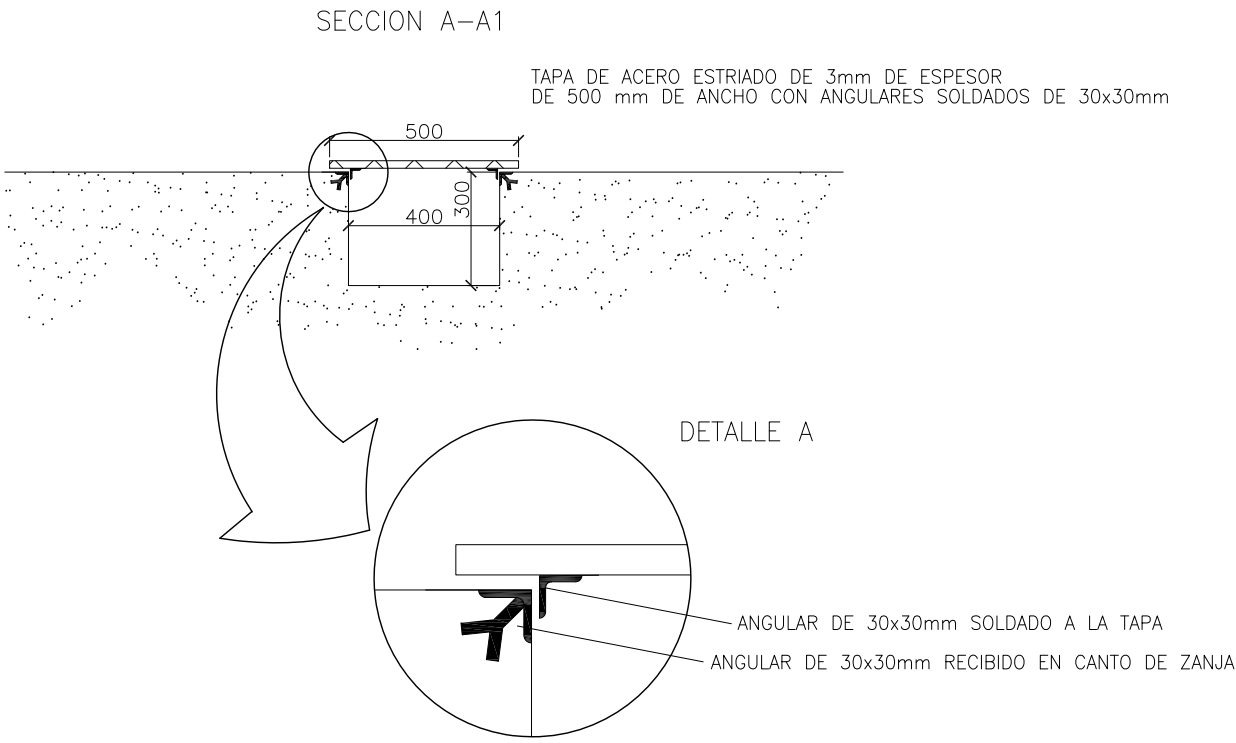
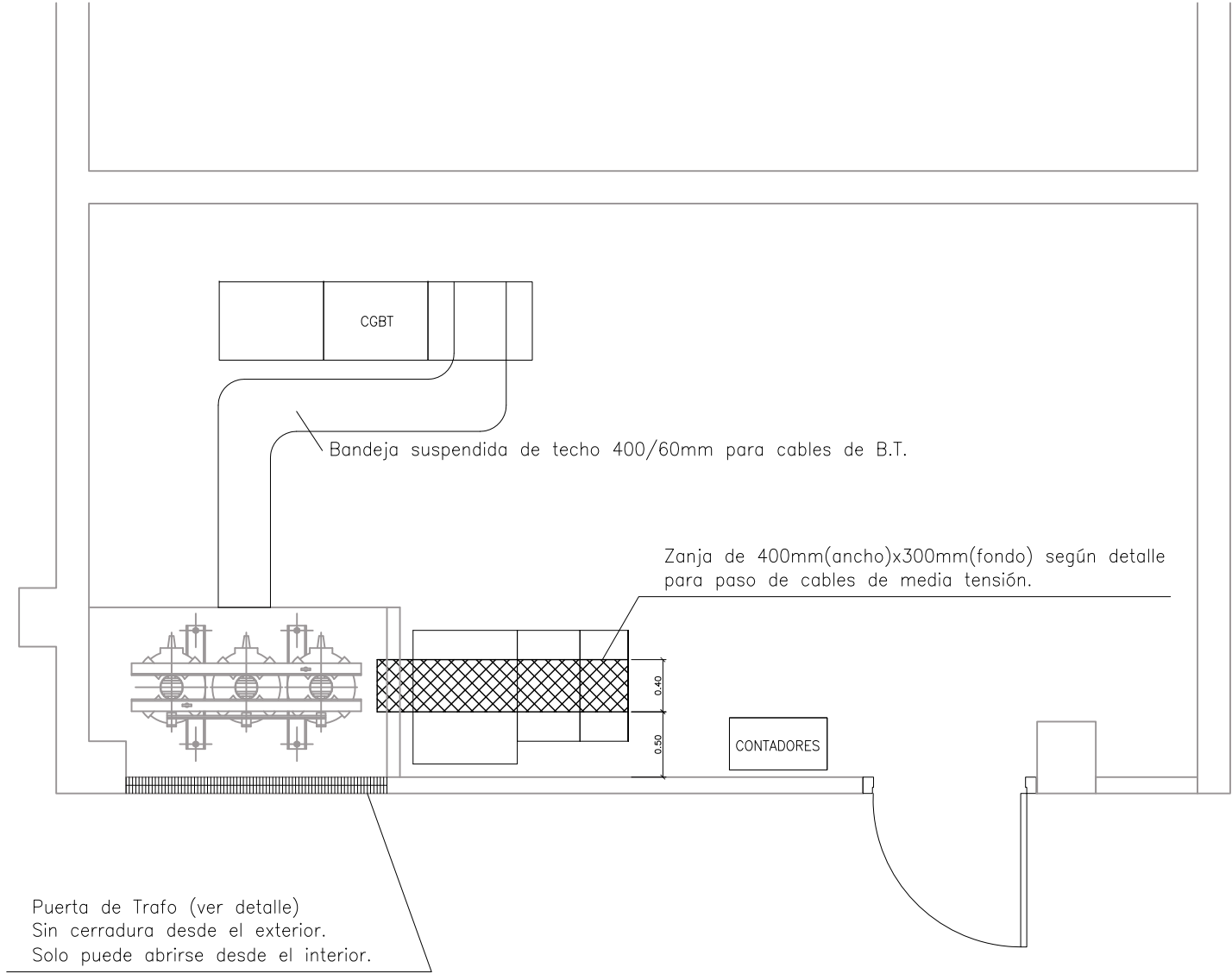
3

PLANO

DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA
Marzo 2015

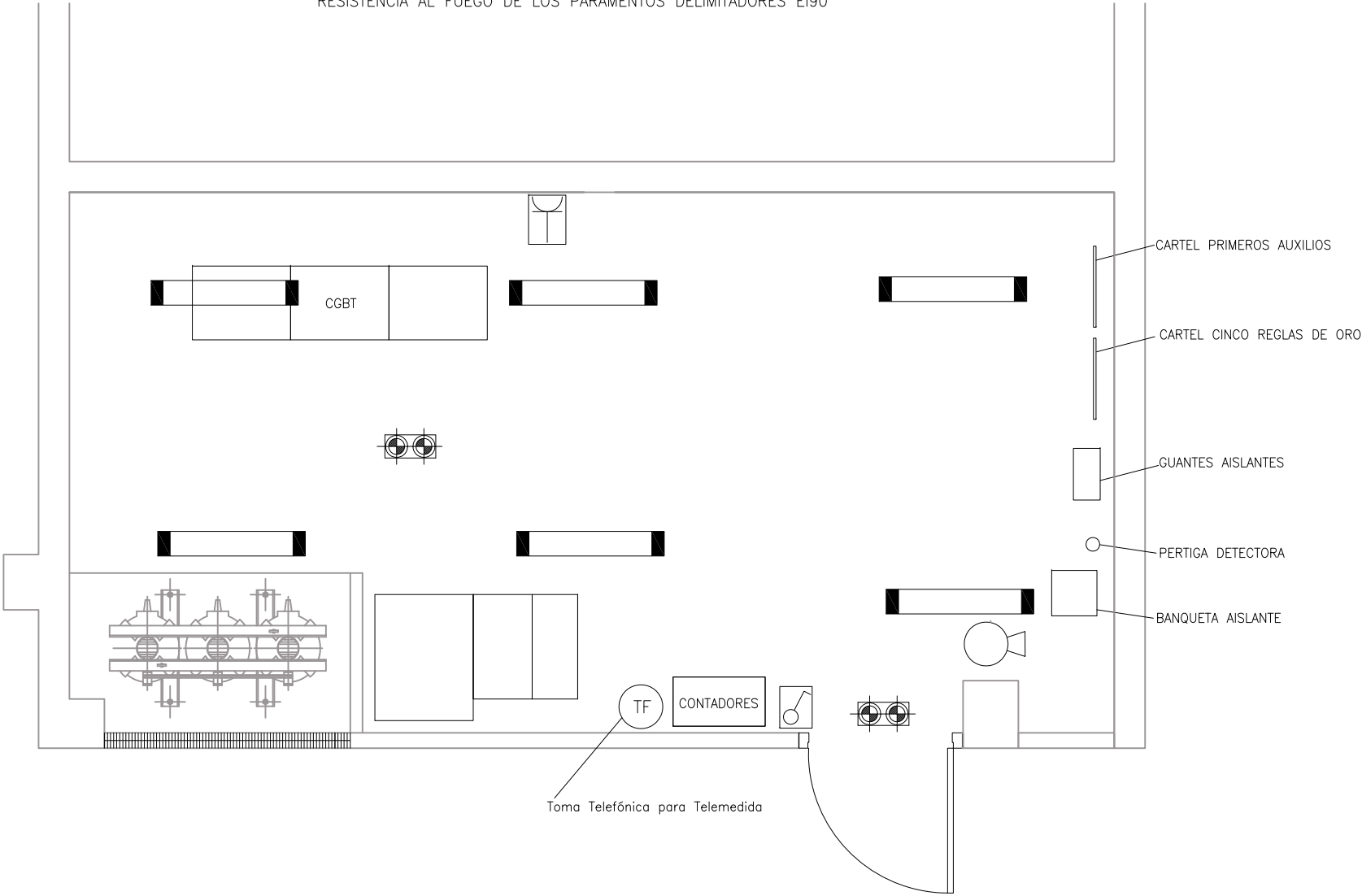
ESCALA
1/50



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T. PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)		
<div>INELES</div> <div>INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES HOSPITALARIAS, S.L.</div>	No. DE PLANO <div>4</div>	FECHA Marzo 2015
		ESCALA 1/50
PLANO	CANALIZACIONES Y LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION	

CONDICIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS DEL LOCAL

- RECORRIDO DE EVACUACIÓN MÁXIMO: 10m (<25m)
- R.F.PUERTAS DE COMUNICACION CON EL RESTO DEL EDIFICIO: n/a (PUERTA AL EXTERIOR)
- RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA R90
- RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS PARAMENTOS DELIMITADORES EI90



CIRCUITOS ALIMENTADOS POR CUADRO ELECTRICO DE DISTRIBUCION DE PLANTA SEMISOTANO

- CAJA CON BASE DE ENCHUFE II+16A Y III+N+T 16A
- INTERRUPTOR DE 10 A
- EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA 400 LM/1H
- PANTALLA ESTANCA DE LED DE 23W
- EXTINTOR EFICACIA 21A-113B

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

5

PLANO

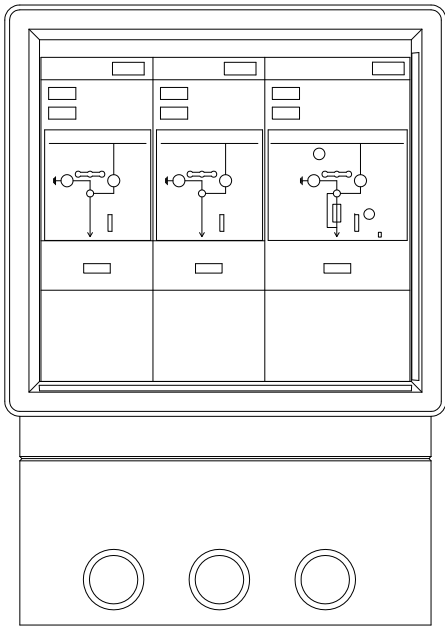
DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA
DEL LOCAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA

Marzo 2015

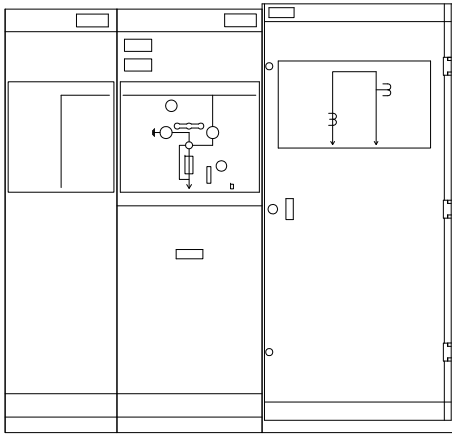
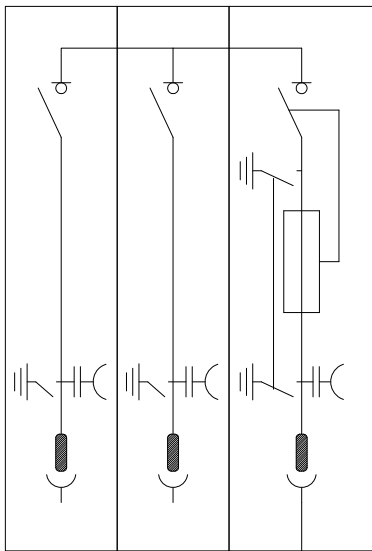
ESCALA

1/50



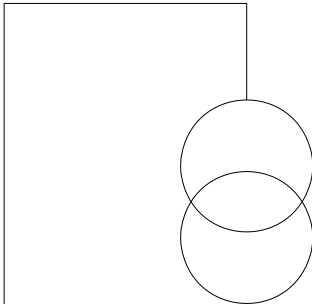
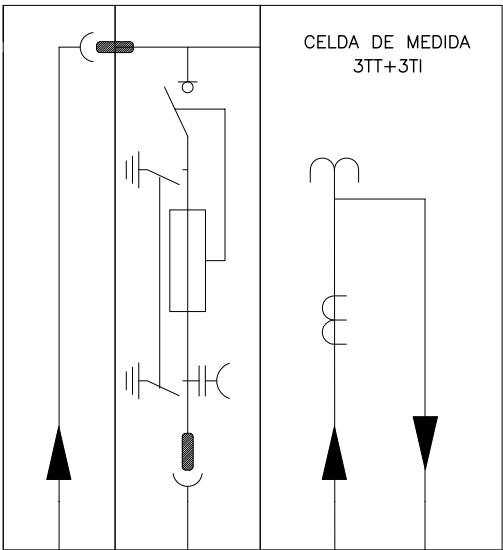
CENTRO DE SECCIONAMIENTO PF-15

CML CML CMP-F



CENTRO DE TRANSFORMACION

CMR CMP-F CMM



TRAFO 630 KVA
20.000/420 V
AISLAMIENTO SECO
DYN11

LINEA DE CONEXION ENTRE C.S. Y C.T.
3(1X95mm²) HEPRZ1 12/20KV
LONGITUD 90 metros.
Canalizada por bandeja metálica 300/60
ciega con tapa por techo de garaje

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

6

PLANO

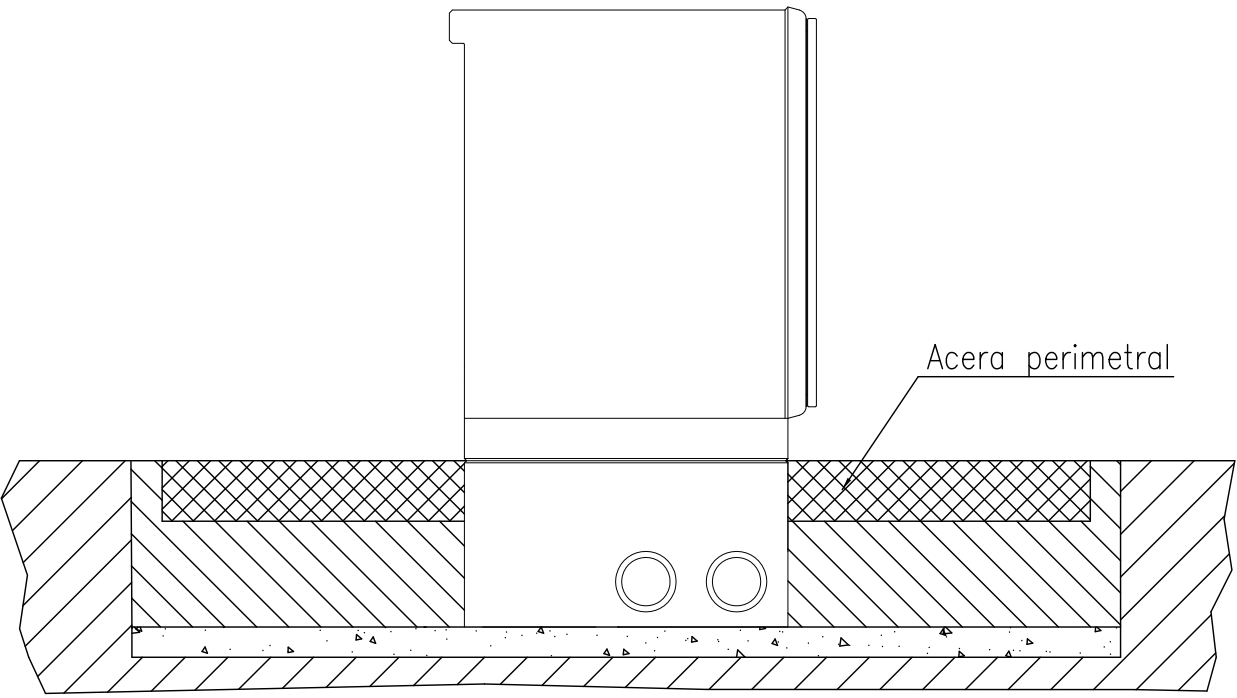
ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE
SECCIONAMIENTO Y DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA

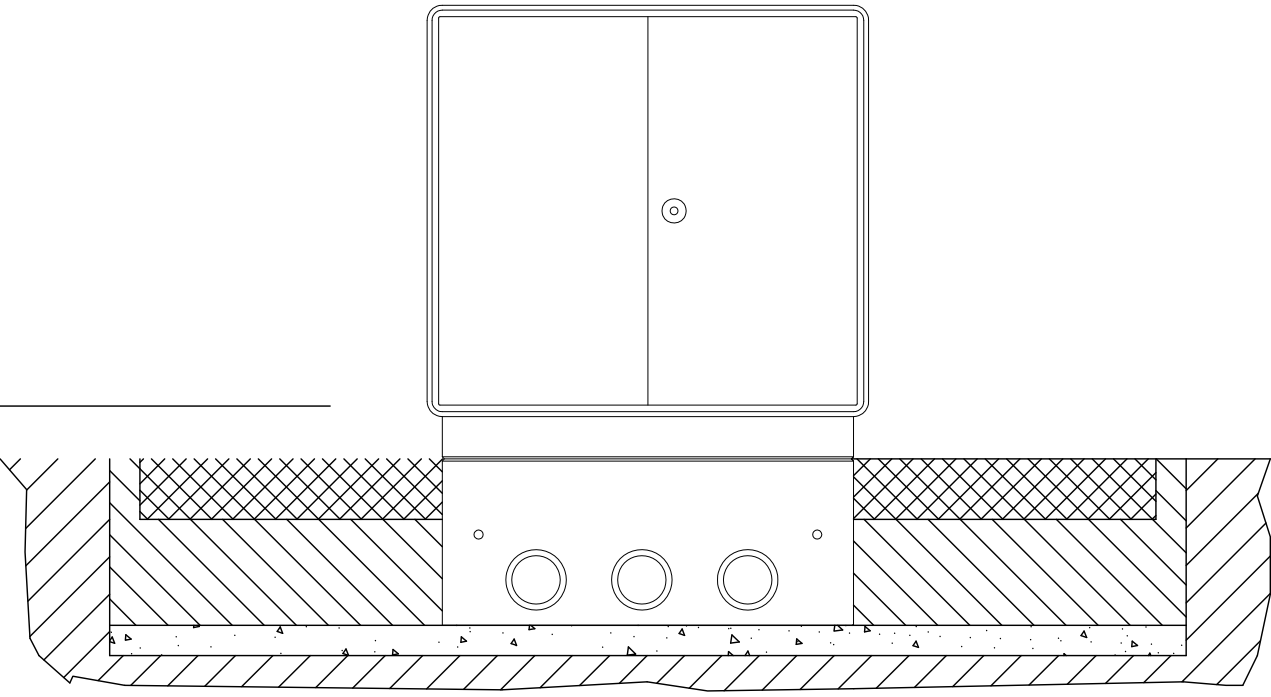
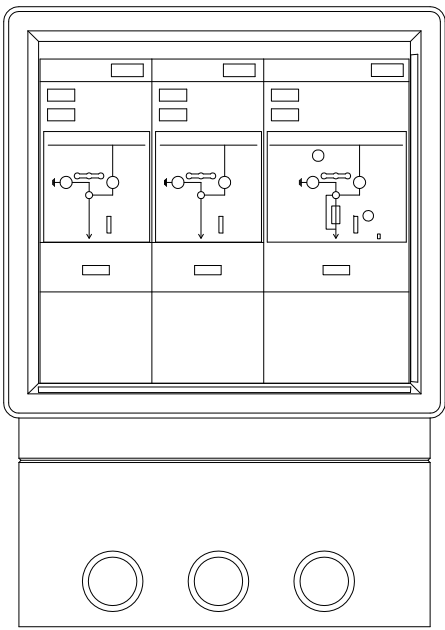
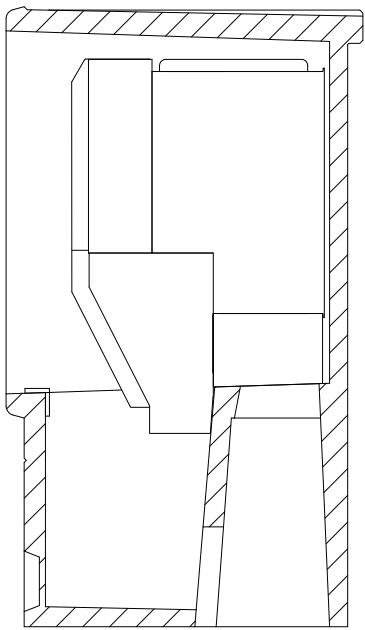
Marzo 2015


ESCALA

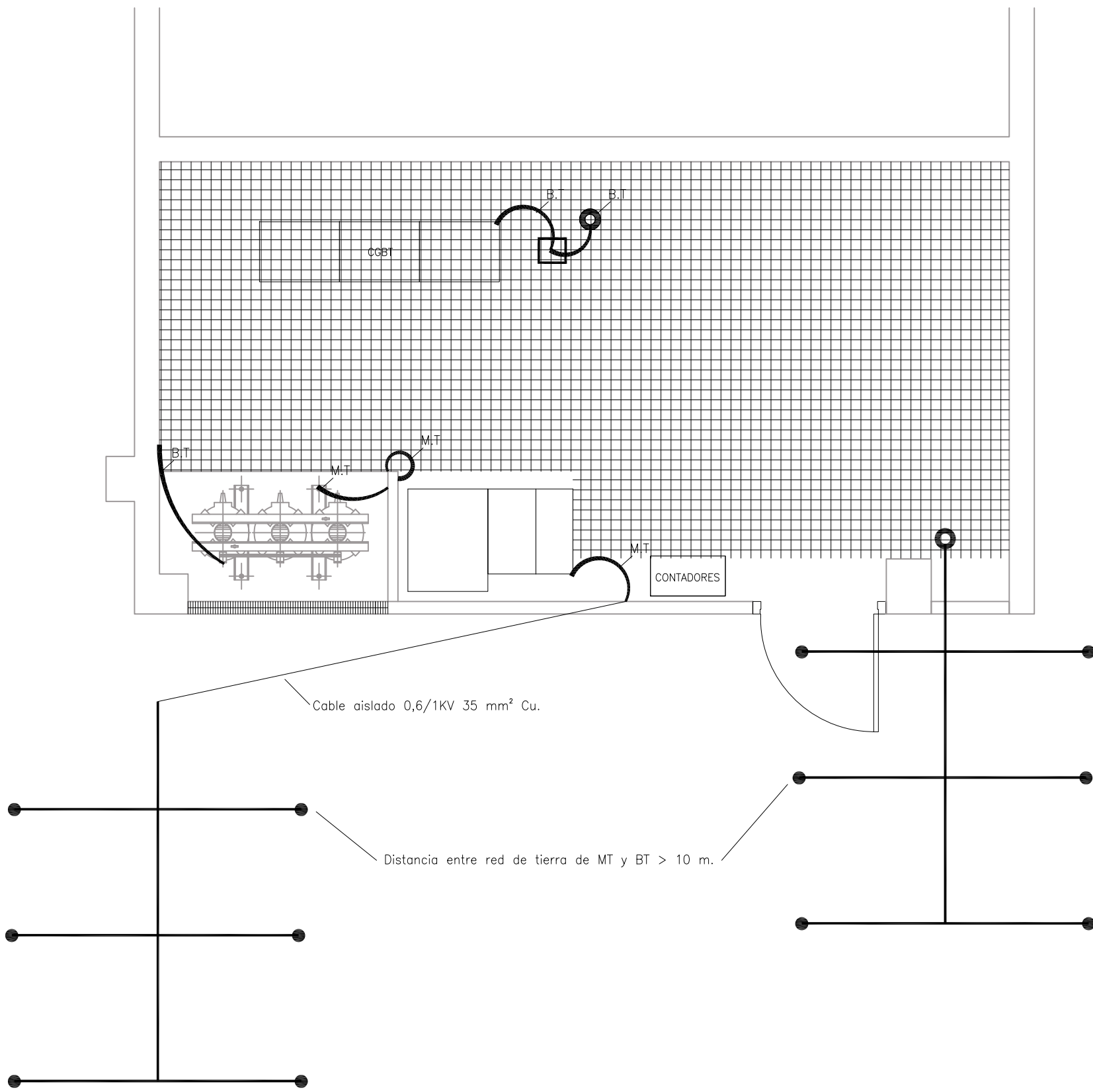
S/E



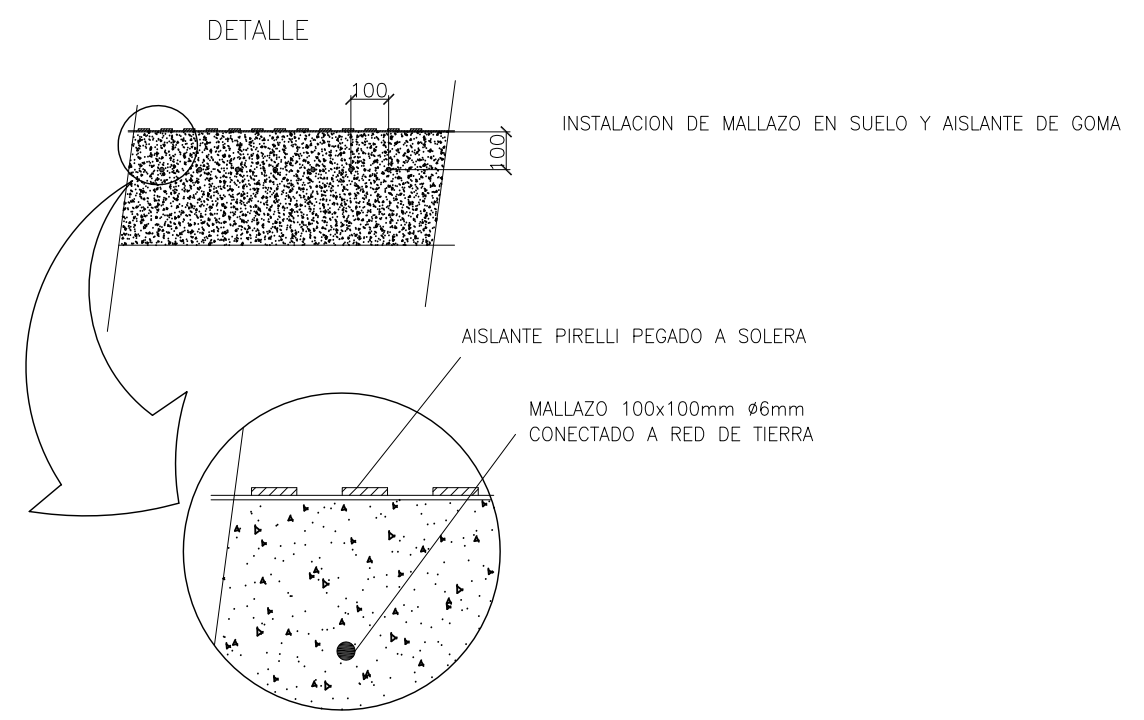
Acera perimetral



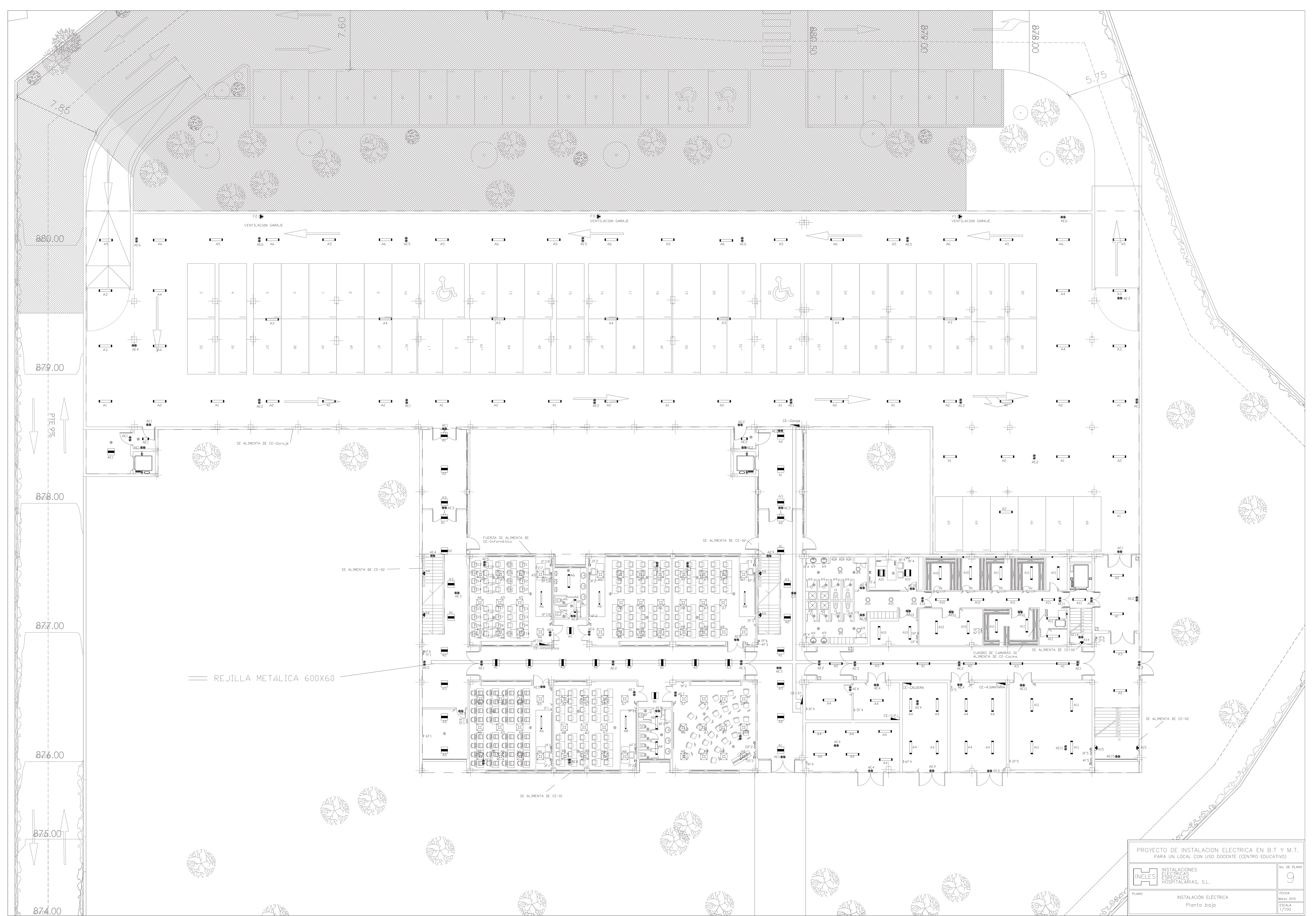
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T. PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)		
 INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES HOSPITALARIAS, S.L.	No. DE PLANO 7	
	PLANO ALZADO Y PLANTAS DE CELDAS DE MEDIA TENSION DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO	FECHA Marzo 2015 ESCALA S/E



- PICA DE 2m DE LONGITUD Y 16mmØ
- CONEXION A MALLAZO CON SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- MALLAZO DE 10x10mm Y 6Ømm
- CABLE DE CU 35mm2 DESNUDO
- PUENTE DE COMPROBACION DE RED DE TIERRAS ESTRUCTURA DEL EDIFICIO



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T. PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)		
	INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES HOSPITALARIAS, S.L.	No. DE PLANO 8
		FECHA Marzo 2015
PLANO	RED DE TIERRAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN EN EL LOCAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	ESCALA 1/50



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)

INELES

INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

PLANO

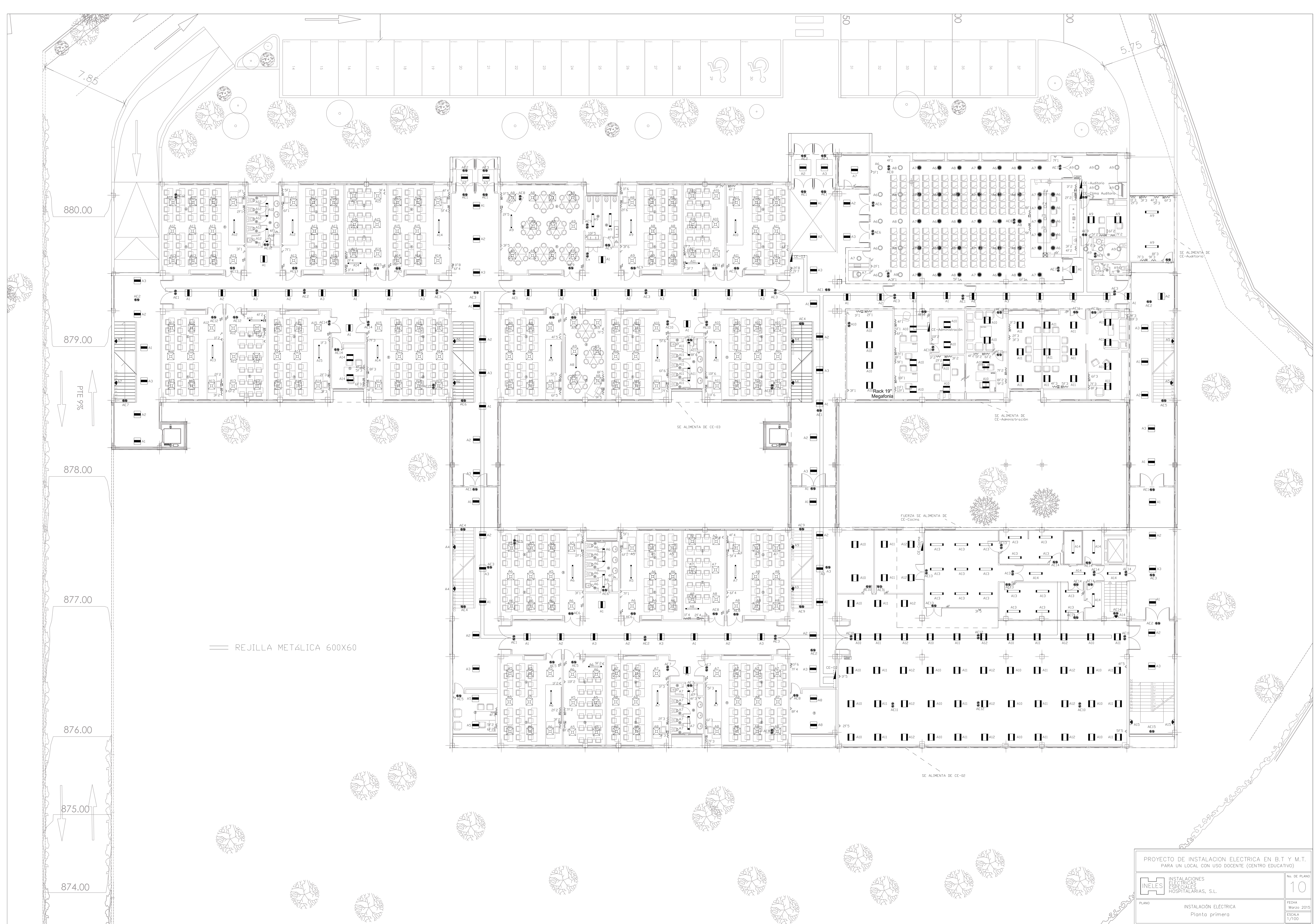
INSTALACIÓN ELÉCTRICA
Planta baja

No. DE PLANO

9

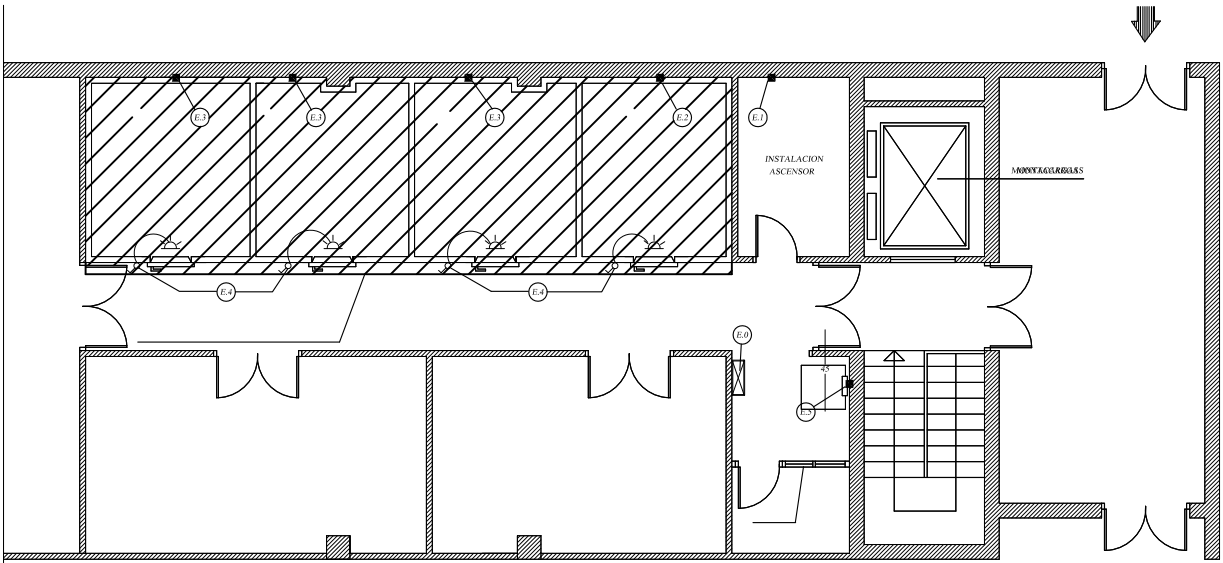
FECHA
Marzo 2010

ESCALA
1/100

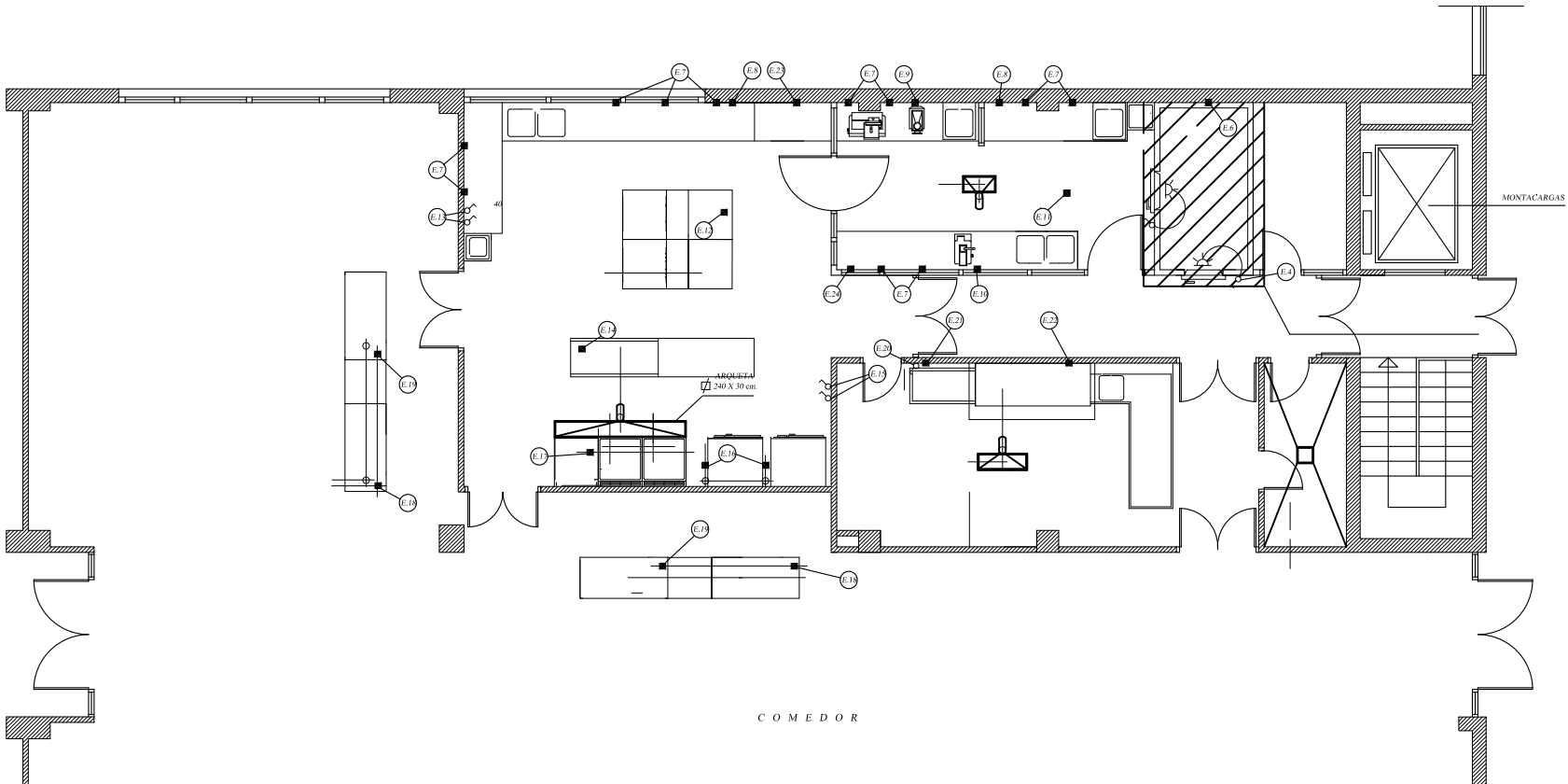








PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

- E.0 DEJAR PREVISTA ACOMETIDA III-380V.+N.+T. POTENCIA 14 CV. PARA CUADRO ELECTRICO DE CAMARAS. EN PARED, A 160 CM. DEL SUELO.
DEJAR 1,5 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. UBICACION OPCIONAL.
- E.1 DEJAR CAJA PARA TOMA III-380V.+N.+T. POTENCIA 2 CV. EN PARED, A 30 CM. DEL TECHO. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (CAMARA CONSERVACION MOTOR REMOTO).
- E.2 DEJAR CAJA PARA TOMA III-380V.+N.+T. POTENCIA 4 CV. EN PARED, A 270 CM. DEL SUELO. DEJAR 2 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (CAMARA CONGELADOS).
- E.3 DEJAR CAJA PARA TOMA III-380V.+N.+T. POTENCIA 2,5 CV. EN PARED, A 270 CM. DEL SUELO. DEJAR 2 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (CAMARA CONSERVACION).
- E.4 INTERRUPTOR CON PILOTO SEÑALIZADOR, A 150 CM. DEL SUELO, PARA LA ILUMINACION INTERIOR MEDIANTE OJO DE BUEY.
II-220V.+T. POTENCIA 200 W. (ILUMINACION CAMARA).
- E.5 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA II-220V.+T. POTENCIA 500 W. EN PARED, A 120 CM. DEL SUELO. (BASCULA).
- E.6 DEJAR PREVISTO CAJA, PARA CONEXION A CAMARA, PROCEDENTE DEL MOTOR REMOTO UBICADO EN SOTANO CON POSICION E.1.
ALTURA DE CAJA EN PARED, A 270 CM. DEL SUELO. (CONTROL).
- E.7 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA II-220V.+T. POTENCIA 500 W. EN PARED, A 120 CM. DEL SUELO. (AUXILIAR).
- E.8 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA III-380V.+N.+T. POTENCIA 500 W. EN PARED, A 120 CM. DEL SUELO. (AUXILIAR).
- E.9 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA III-380V.+N.+T. POTENCIA 700 W. EN PARED, A 120 CM. DEL SUELO. (PICADORA CARNES).
- E.10 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA III-380V.+N.+T. POTENCIA 600 W. EN PARED, A 120 CM. DEL SUELO. (CORTADORA HORTALIZAS).
- E.11 DEJAR EN TECHO, TOMA II-220V.+T. POTENCIA 3 KW. UBICAR POSICION DE MOTOR EN OBRA. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (CLIMATIZADOR).
- E.12 ACOMETIDA EN SUELO, ENTUBADA, CON PROTECCION ADECUADA, SOBRESALIENDO MAXIMO 10 CM. III-380V.+N.+T. POTENCIA 33 KW. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (FREIDORA).
- E.13 INTERRUPTOR DE PARADA/MARCHA, CONECTADO AL MOTOR EXTRACTOR DE LA CAMPANA. UBICAR POSICION DE MOTOR EN OBRA.
III-380V.+N.+T. POTENCIA ESTIMADA 2 CV. ALTURA DE INTERRUPTOR EN PARED, A 160 CM. DEL SUELO. (CAMPANA CENTRAL).
DEJAR PREVISTO, SI SE DESEA, INTERRUPTOR CONECTADO AL INTERIOR DE LA CAMPANA, PARA LA ILUMINACION DE ESTA.
II-220V.+T. POTENCIA 100 W. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA AL CENTRO DE LA CAMPANA PARA CONEXIONES.
- E.14 ACOMETIDA EN SUELO, ENTUBADA, CON PROTECCION ADECUADA, SOBRESALIENDO MAXIMO 10 CM. II-220V.+T. POTENCIA 3 KW. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (MESA CALIENTE).
- E.15 INTERRUPTOR DE PARADA/MARCHA, CONECTADO AL MOTOR EXTRACTOR DE LA CAMPANA. UBICAR POSICION DE MOTOR EN OBRA.
III-380V.+N.+T. POTENCIA ESTIMADA 3,5 CV. ALTURA DE INTERRUPTOR EN PARED, A 160 CM. DEL SUELO. (CAMPANA MURAL).
DEJAR PREVISTO, SI SE DESEA, INTERRUPTOR CONECTADO AL INTERIOR DE LA CAMPANA, PARA LA ILUMINACION DE ESTA.
II-220V.+T. POTENCIA 200 W. DEJAR 2 MT. DE MANGUERA AL CENTRO DE LA CAMPANA, PARA CONEXIONES.
- E.16 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA III-380V.+N.+T. POTENCIA 32 KW. EN PARED, A 70 CM. DEL SUELO. (HORNO).
- E.17 ACOMETIDA EN SUELO, ENTUBADA, CON PROTECCION ADECUADA, SOBRESALIENDO MAXIMO 10 CM. II-220V.+T. POTENCIA 200 W. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (MECANISMO VOLCABLE).
- E.18 ACOMETIDA EN SUELO, ENTUBADA, CON PROTECCION ADECUADA, SOBRESALIENDO MAXIMO 10 CM. II-220V.+T. POTENCIA 500 W. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (MUEBLE FRIJO).
- E.19 ACOMETIDA EN SUELO, ENTUBADA, CON PROTECCION ADECUADA, SOBRESALIENDO MAXIMO 10 CM. II-220V.+T. POTENCIA 4,6 KW. DEJAR 1 MT. DE MANGUERA PARA CONEXIONES. (BAÑO-MARIA).
- E.20 INTERRUPTOR DE PARADA/MARCHA, CONECTADO AL MOTOR EXTRACTOR DE LA CAMPANA. UBICAR POSICION DE MOTOR EN OBRA.
III-380V.+N.+T. POTENCIA ESTIMADA 1 CV. ALTURA DE INTERRUPTOR EN PARED, A 160 CM. DEL SUELO. (CAMPANA LAVAVAJILLAS).
- E.21 INTERRUPTOR Y CUADRO ELECTRICO DE LAVAVAJILLAS. EN PARED, A 160 CM. DEL SUELO.
- E.22 DEJAR MANGUERA PROCEDENTE DEL CUADRO DE LAVAVAJILLAS, HASTA LA PARTE POSTERIOR DE LA MAQUINA, EN LA ZONA SUPERIOR DE ESTA. III-380V.+N.+T. POTENCIA 52 KW.
SI LA ENTRADA DE AGUA A MAQUINA NO SE REALIZA A 40-50°C. SE INSTALARA UNA POTENCIA ADICIONAL DE 22 KW. ALTURA DE CONEXIONES, A 160 CM. DEL SUELO. (LAVAVAJILLAS).
- E.23 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA II-220V.+T. POTENCIA 700 W. EN PARED, A 35 CM. DEL SUELO. (ARMARIO FRIGORIFICO).
- E.24 BASE DE ENCHUFE Y CLAVIA II-220V.+T. POTENCIA 500 W. EN PARED, A 35 CM. DEL SUELO. (MESA FRIGORIFICA).
- S.P DEJAR PREVISTO EN TECHO DEL RECINTO DE COCINA Y CUARTO FRIJO, TOMA II-220V.+T. POTENCIA 100 W. (EXTERMINADOR INSECTOS).

NOTAS:

- TODAS LAS COTAS ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS Y REFERIDAS SOBRE SUELOS Y PAREDES TOTALMENTE TERMINADAS.
- TODAS LAS TOMAS DE CORRIENTE DEBEN PARTIR DE UN CUADRO ELECTRICO, CON SUS CORRESPONDIENTES INTERRUPTORES Y PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO.
- TODAS LAS BASES DE ENCHUFE DEBEN COLOCARSE CON SUS CLAVIJAS. LAS TOMAS DIRECTAS CON CAJA EMPOTRADA, CON BORNES INTERIORES PARA LA SALIDA DE LOS CABLES A LAS MAQUINAS.
- TODOS LOS DESAGUES SERAN CON SALIDA SIFONADA.
- TODAS LAS TOMAS DE AGUA LEVARAN SU CORRESPONDIENTE LLAVE DE CORTE.
- PRESION ALIMENTACION AGUA COMPRENDIDA ENTRE 2 ÷ 4 Atm.
- SE RECOMIENDA INSTALAR DESCALCIFICADOR, SI LA DUREZA DEL AGUA ES SUPERIOR A 5° HT. FRANCES.
- SOLO SE PODRAN INSTALAR 1.000 Kcal. POR CADA m3. DE LOCAL, DEBIENDO PRESENTARSE PROYECTO A PARTIR DE 60.200 Kcal.
- TODA ZONA DE LAVADO NECESITA DE UNA RENOVACION DE AIRE, SEGUN NORMATIVA R.D. 486/1997 Y UNE 100-011-91.

NOTAS IMPORTANTES:

- EL PLANO DE MOBILIARIO Y ACOMETIDAS, ESTA BASADO SOBRE EL PLANO FACILITADO POR LA PROPIEDAD. CUALQUIER ANOMALIA EN TABQUERIA Y COTAS NO RESPETADAS, LA EMPRESA SUMINISTRADORA DEL MOBILIARIO, ESTARA EXENTA DE CUALQUIER RESPONSABILIDAD.
- CUALQUIER CAMBIO O MODIFICACION EN TABQUERIA Y MOBILIARIO, DEL PLANO ORIGINAL SERA PUESTO EN CONOCIMIENTO CON ANTELACION.
- LA UBICACION DE LOS MOTORES DE LAS CAMARAS FRIGORIFICAS SE SITUAN HABITUALMENTE EN EL TECHO DE ESTAS. EN EL CASO CIRCUNSTANCIAL DE NO PODERSE INSTALAR, SE BUSCARA LUGAR IDONEO, EN AMBOS CASOS, DE NO HABER SUFICIENTE VENTILACION, LOS MOTORES SERAN MIXTOS, POR LO CUAL NECESITARAN TOMA DE AGUA Y DESAGUE.
- NOTA 1 - REALIZAR MURO DE 1/2 PIE. ALTURA LIBRE 130 CM. RESTO HASTA TECHO, REALIZADO CON CERRAMIENTO DE MANPARA CON CRISTAL.

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

13

PLANO

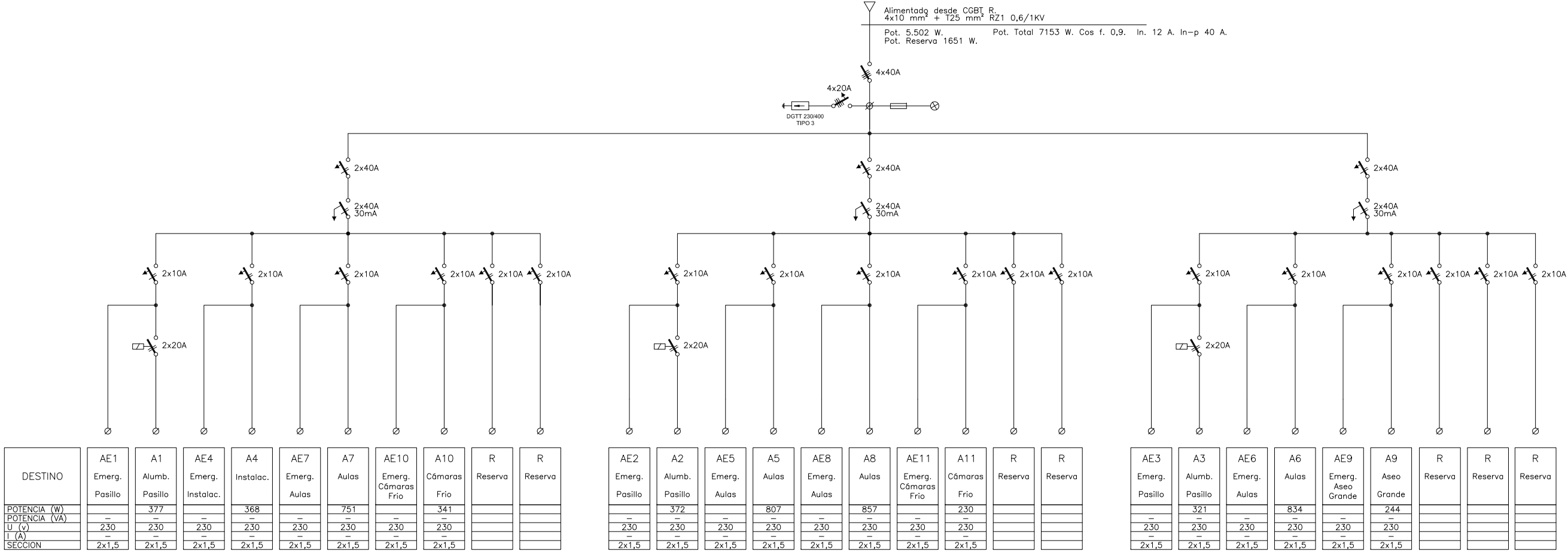
INTALACIÓN ELÉCTRICA DETALLE COCINA

FECHA

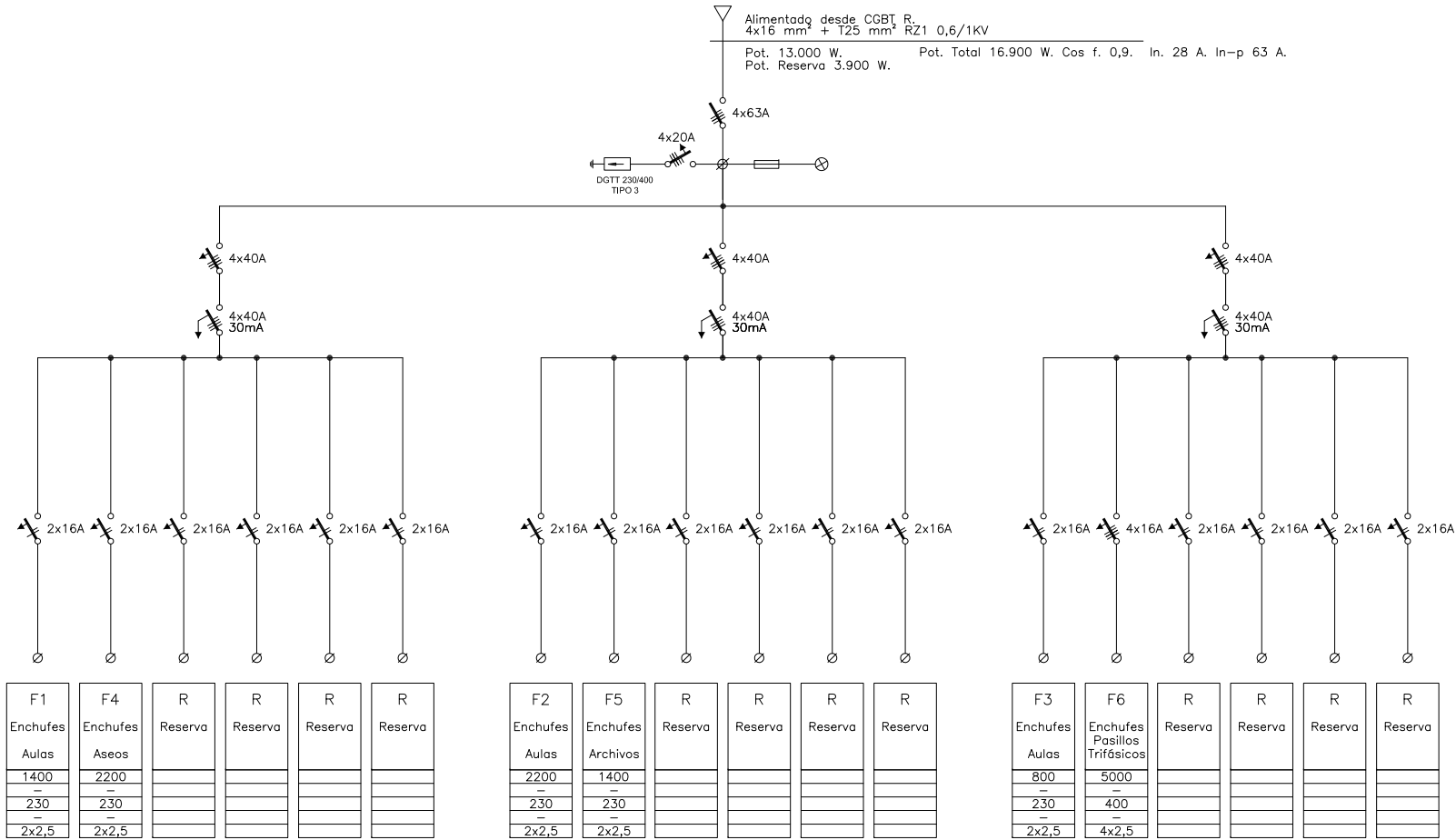
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-01 Red - Grupo



CE-01 Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

15

PLANO

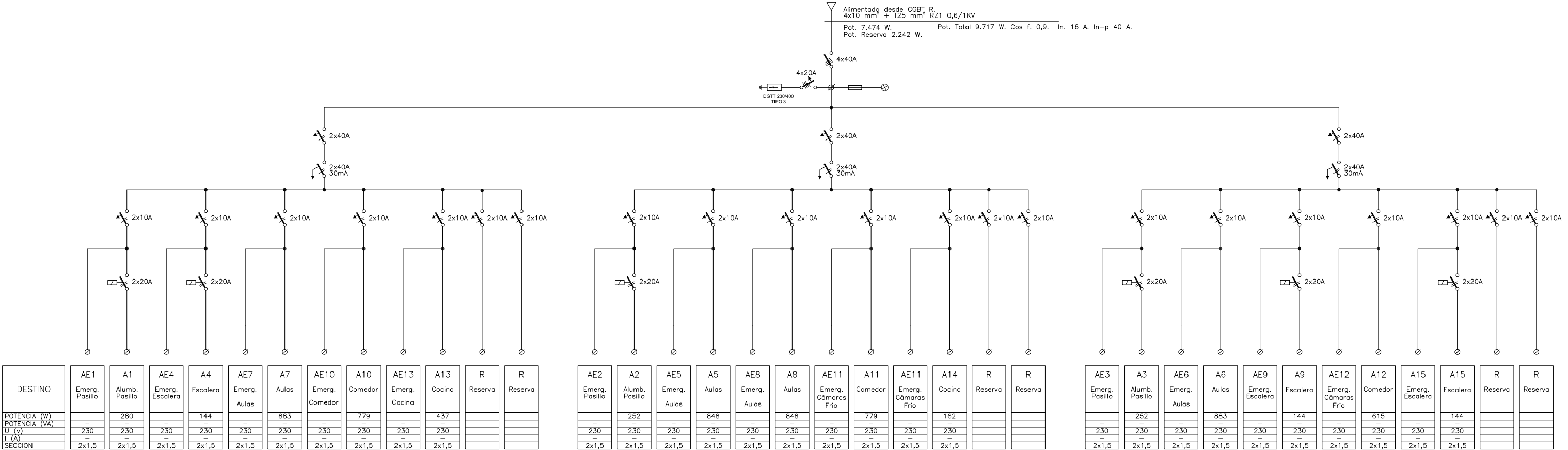
ESQUEMAS UNIFILARES
CE-01

FECHA

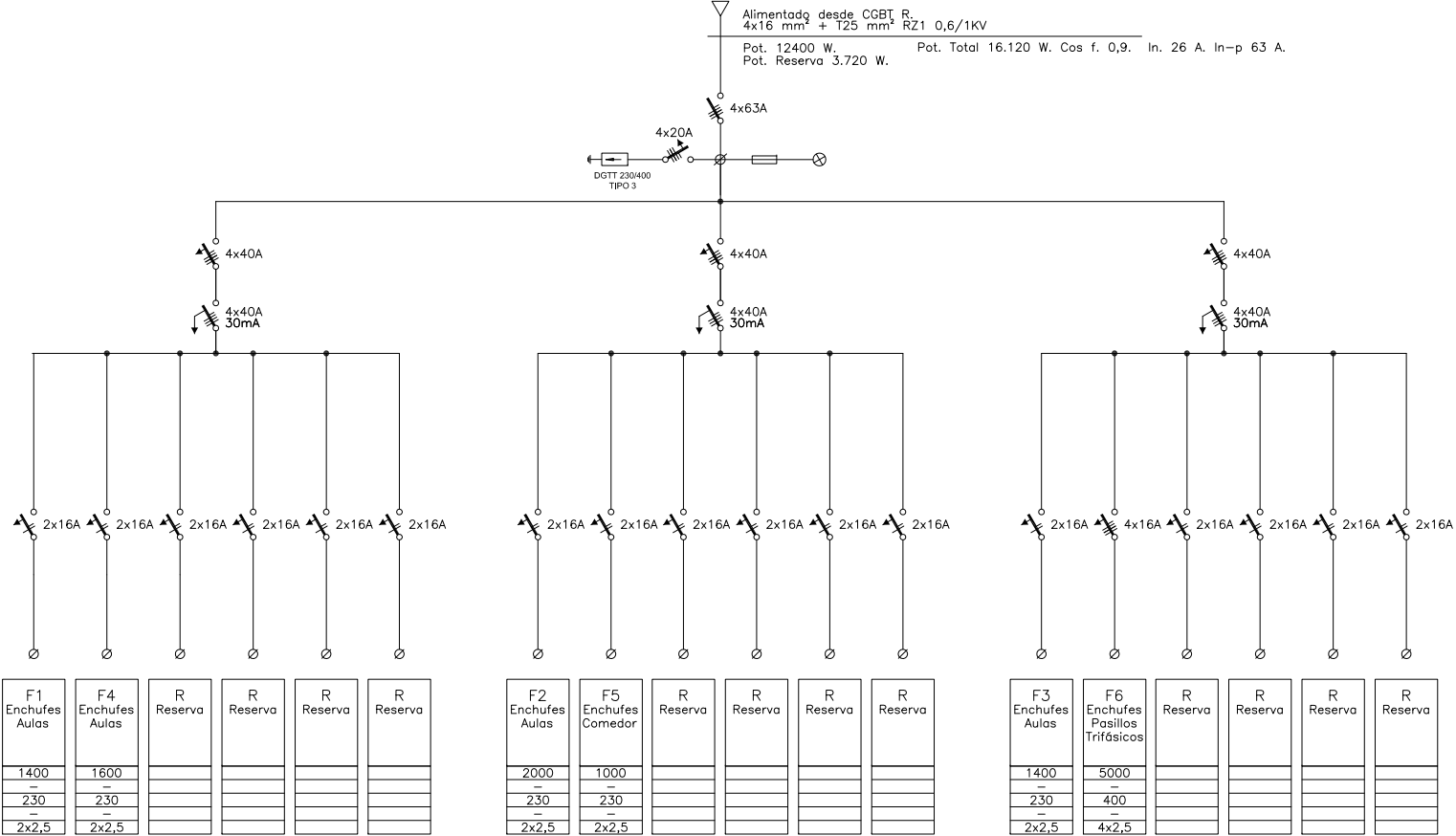
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-02 Red - Grupo



CE-02 Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

16

PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES

CE-02

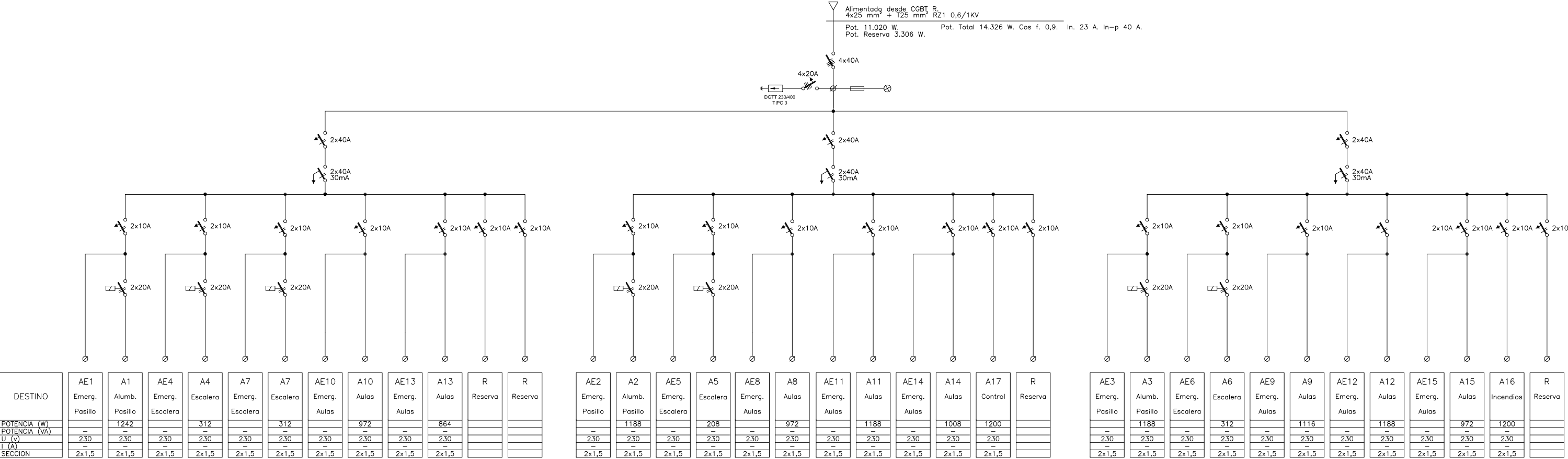
FECHA

Marzo 2015

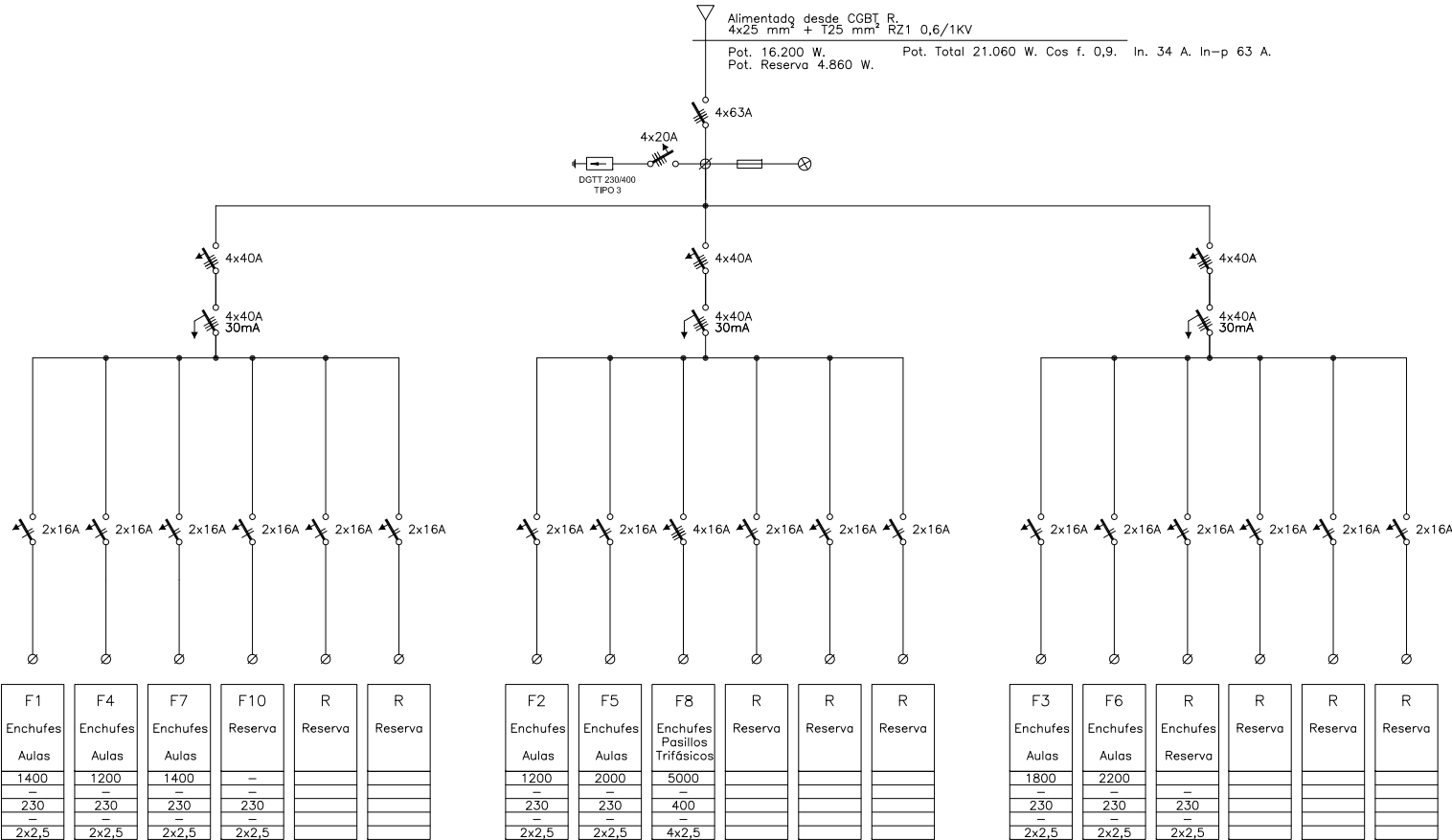
ESCALA

S/E

CE-03 Red - Grupo



CE-03 Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

17

PLANO

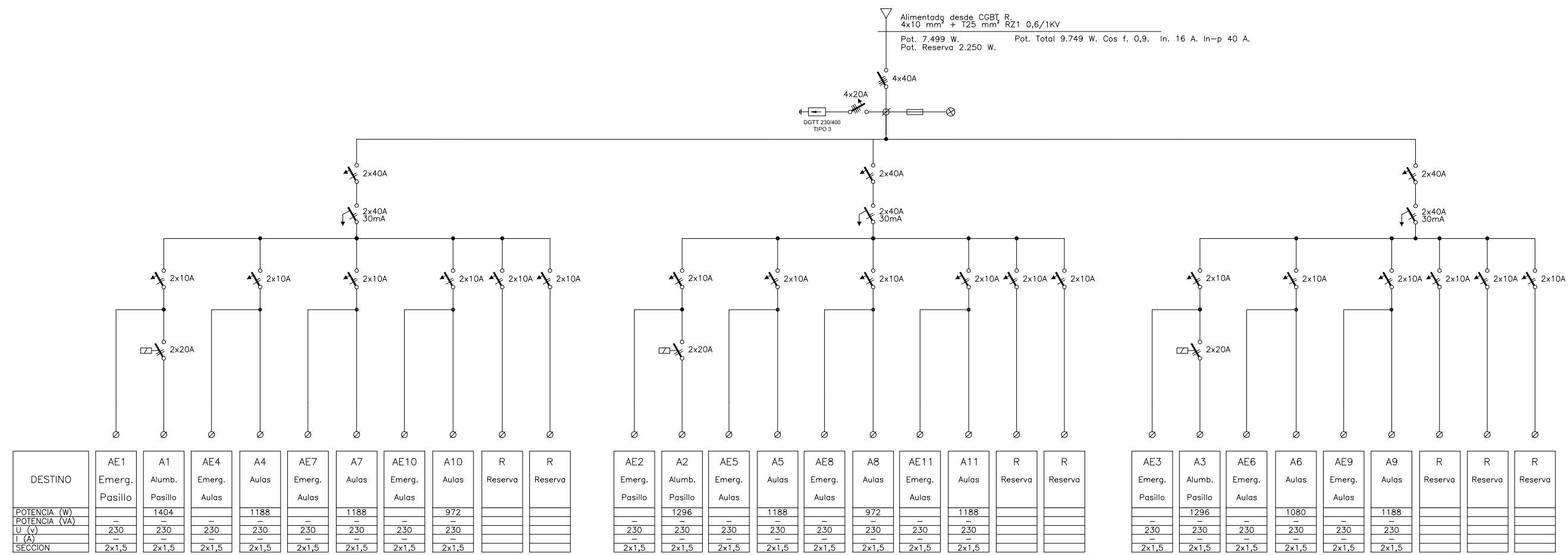
ESQUEMAS UNIFILARES
CE-03

FECHA

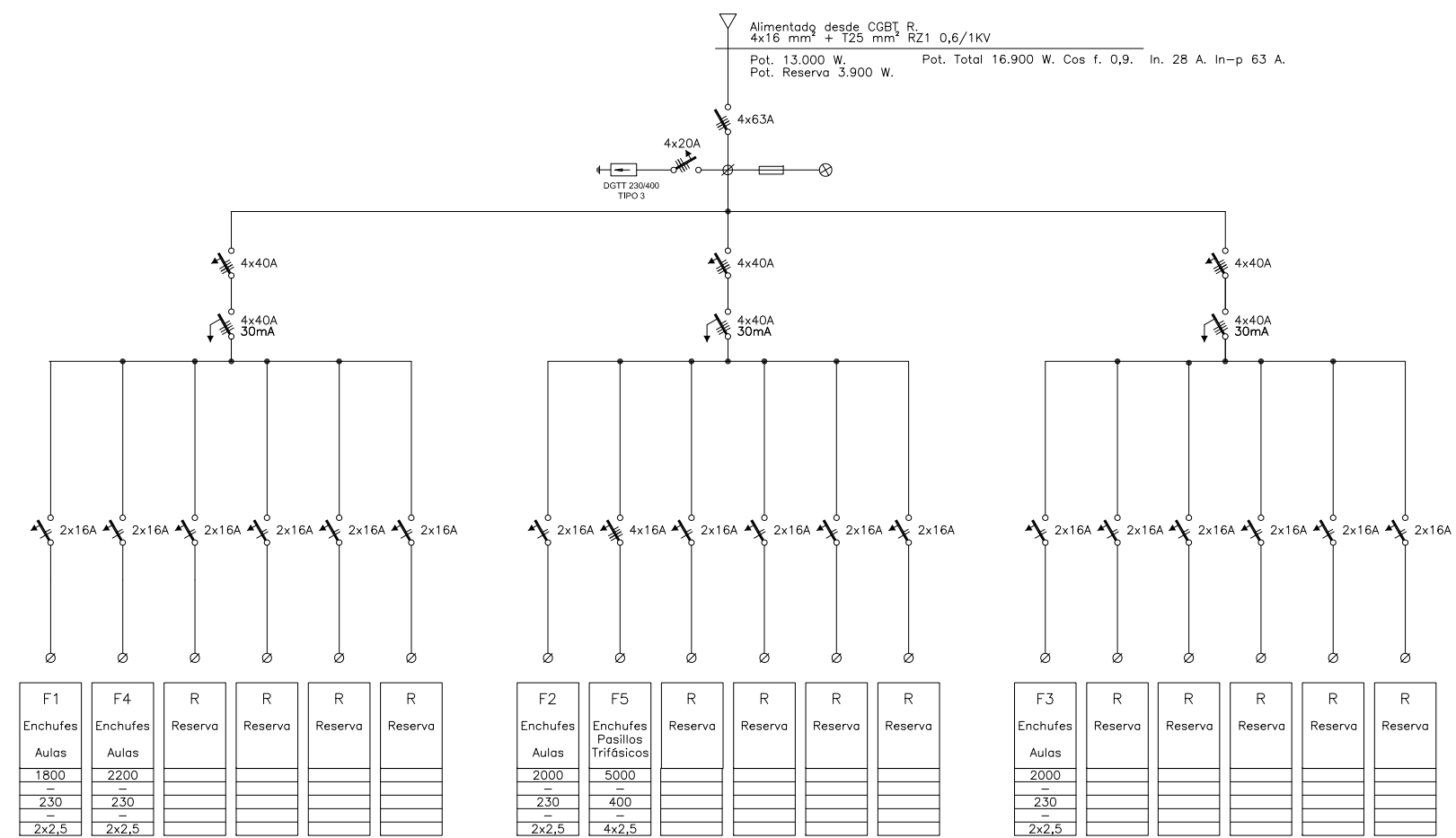
Marzo 2015

ESCALA
S/E


CE-04 Red - Grupo



CE-04 Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

18

PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES

CE-04

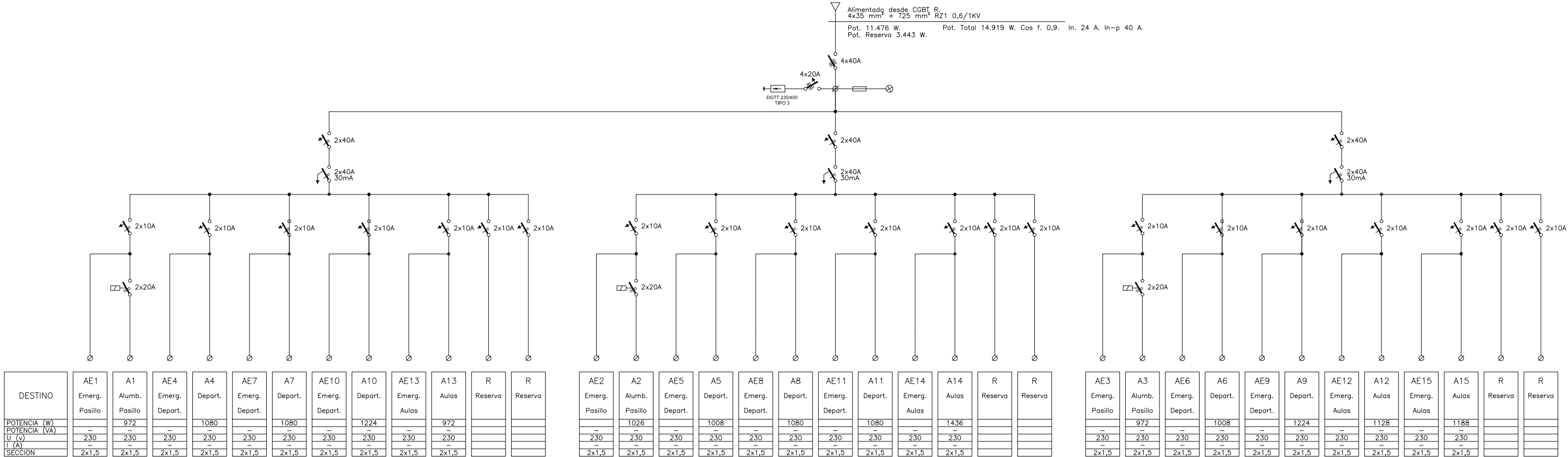
FECHA

Marzo 2015

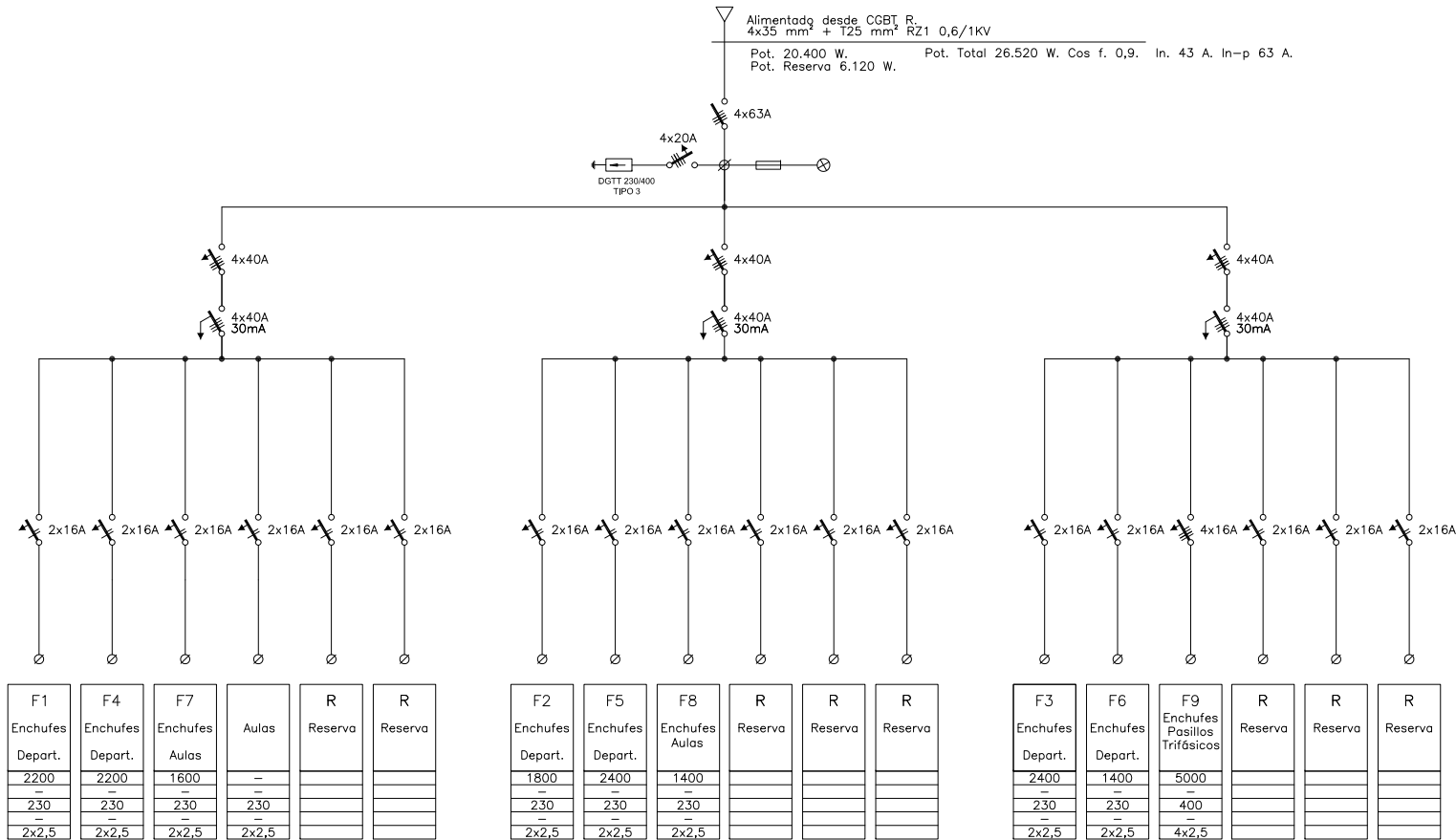
ESCALA

S/E

CE-05 Red - Grupo



CE-05 Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

19

PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES

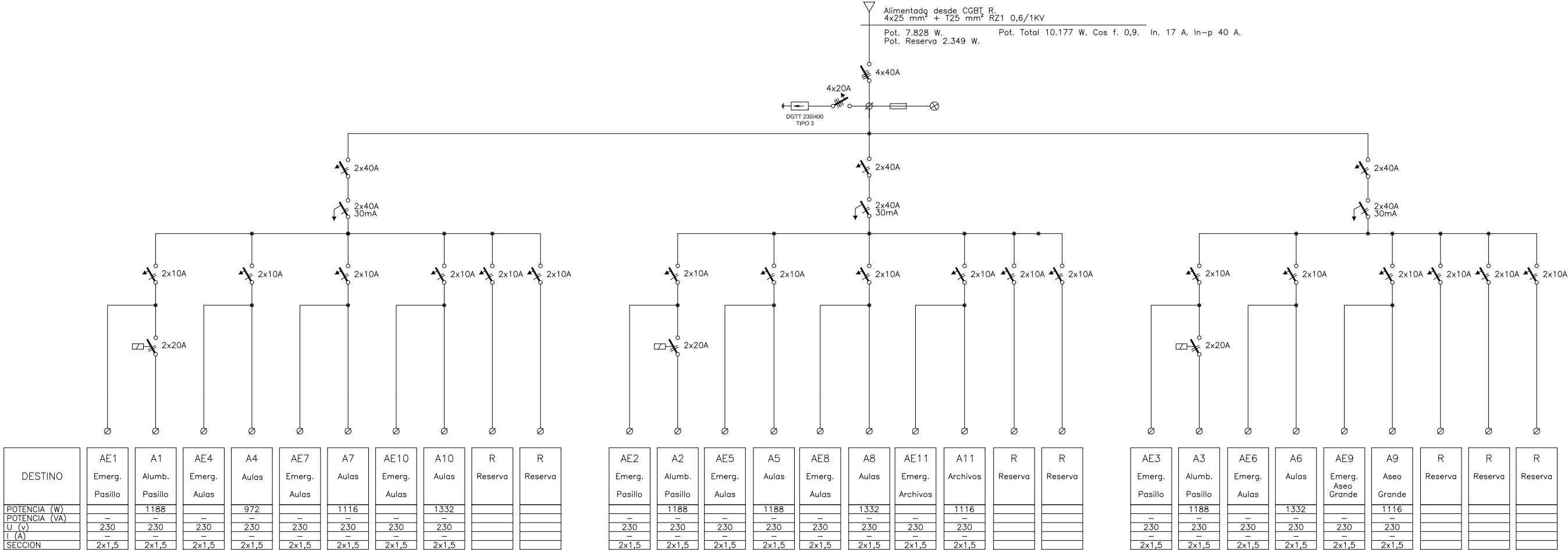
CE-05

FECHA

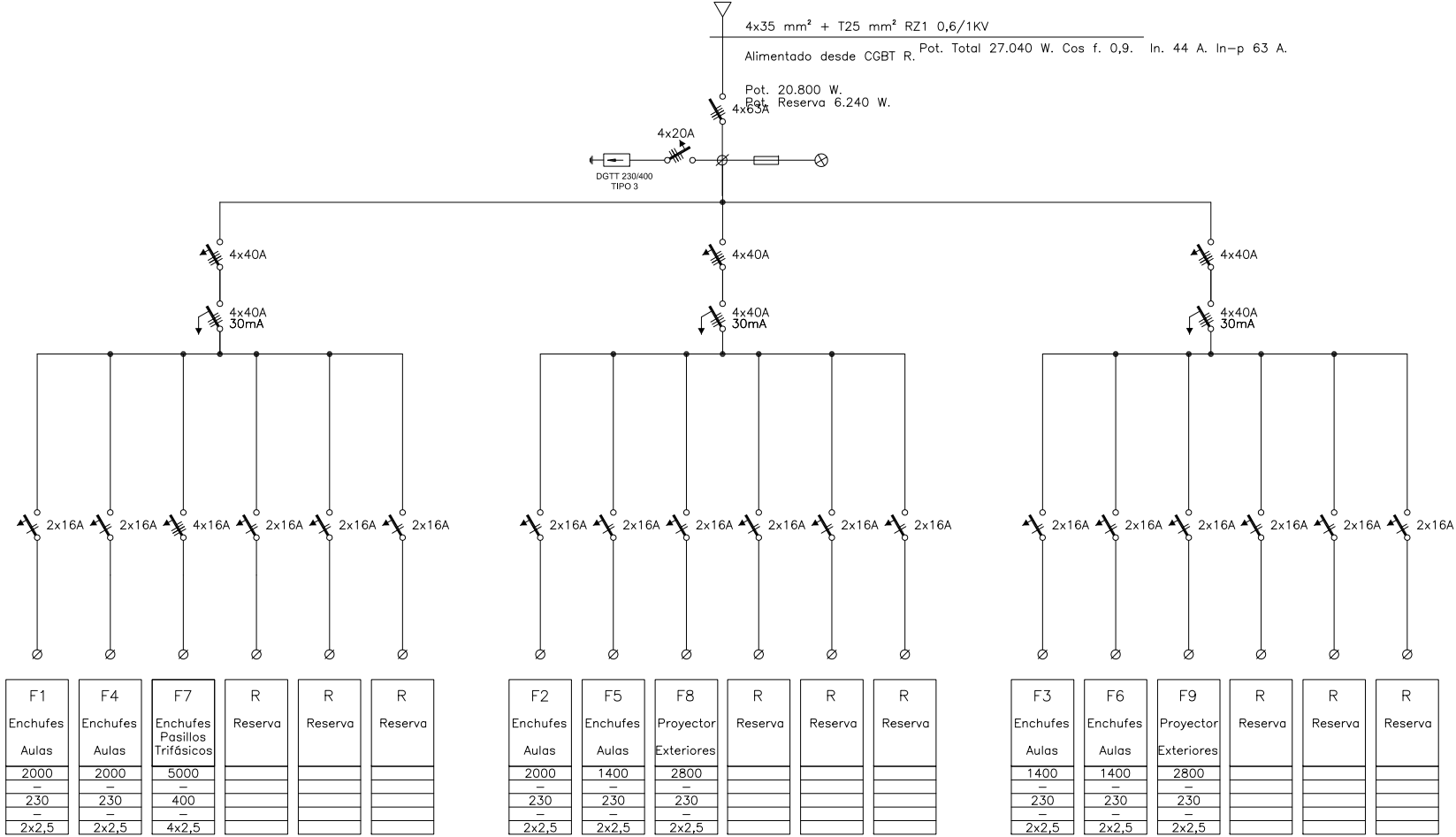
Marzo 2015

ESCALA
S/E

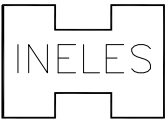
CE-06 Red - Grupo



CE-06 Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

20

PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES

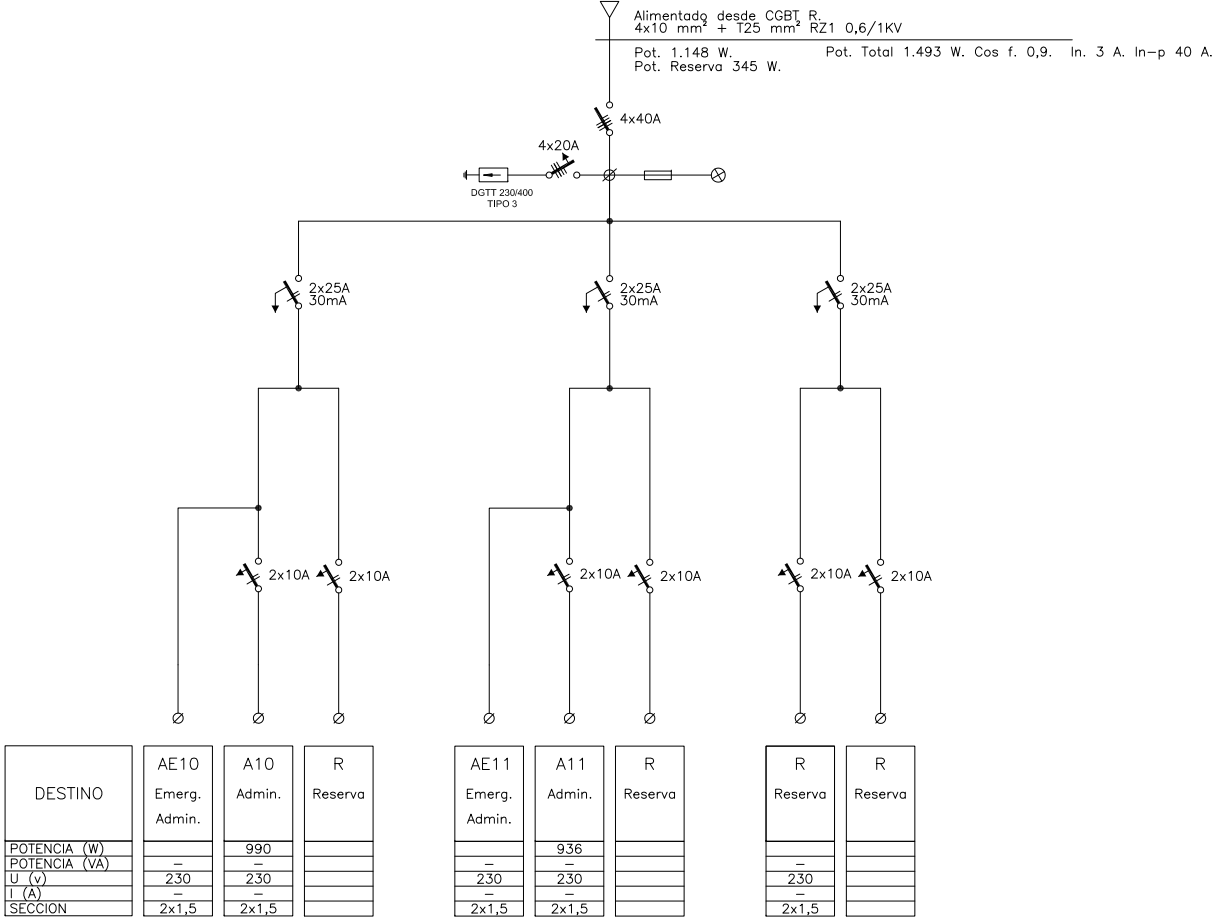
CE-06

FECHA

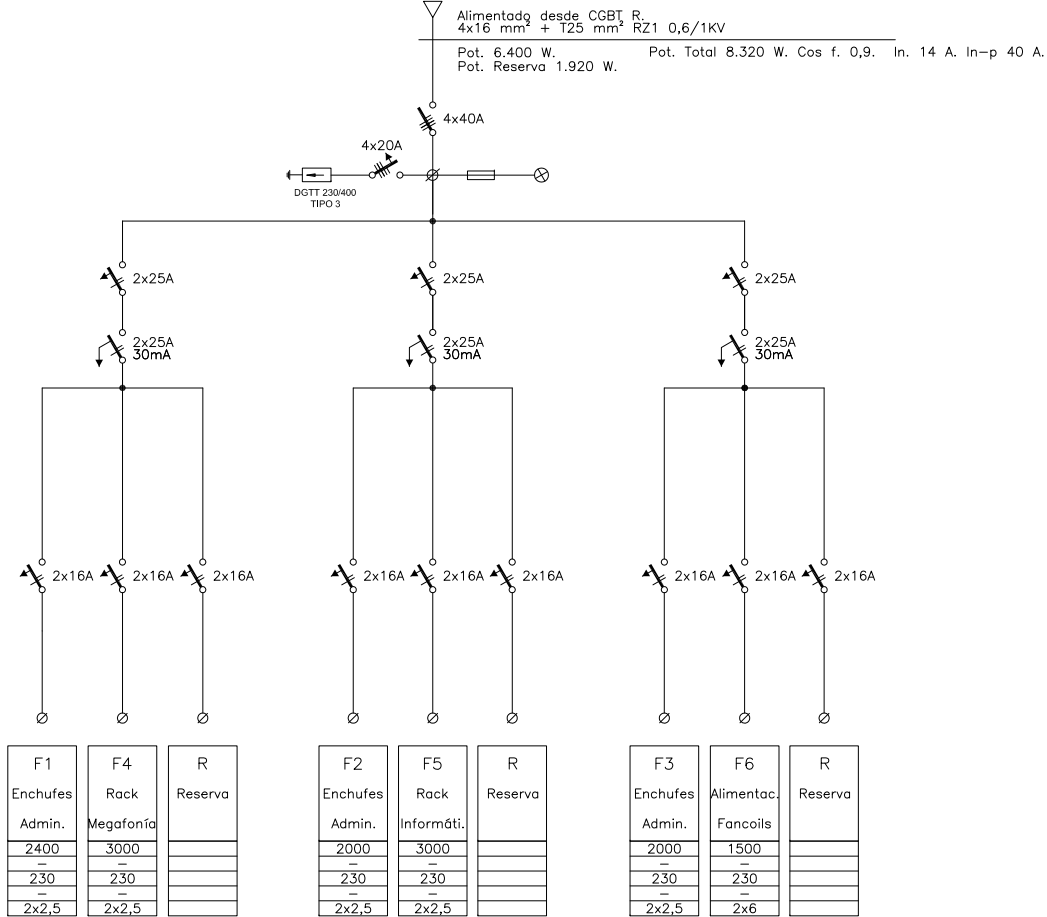
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-Administración Red - Grupo



CE-Administración Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

21

PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES

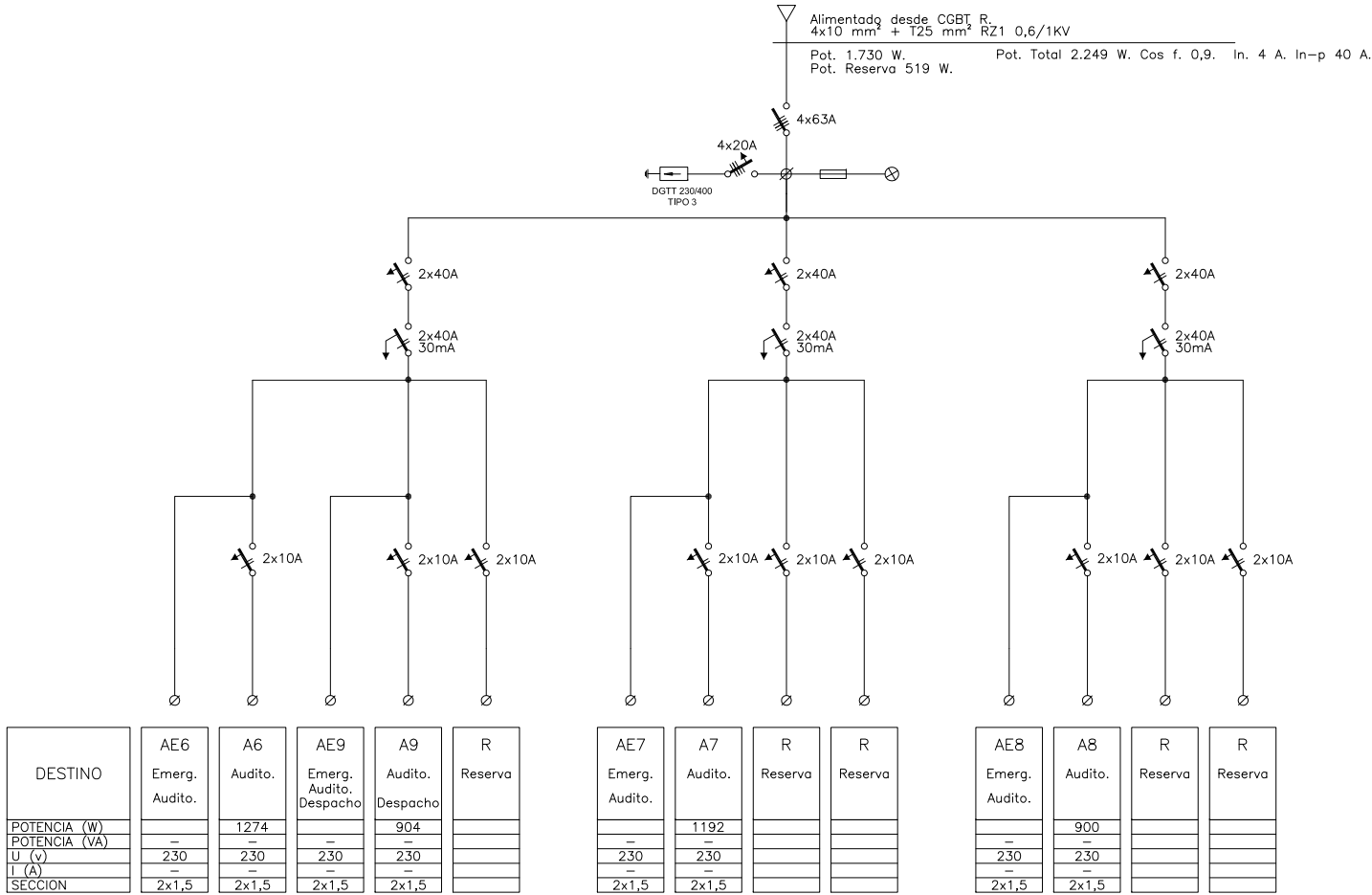
CE-Administración

FECHA

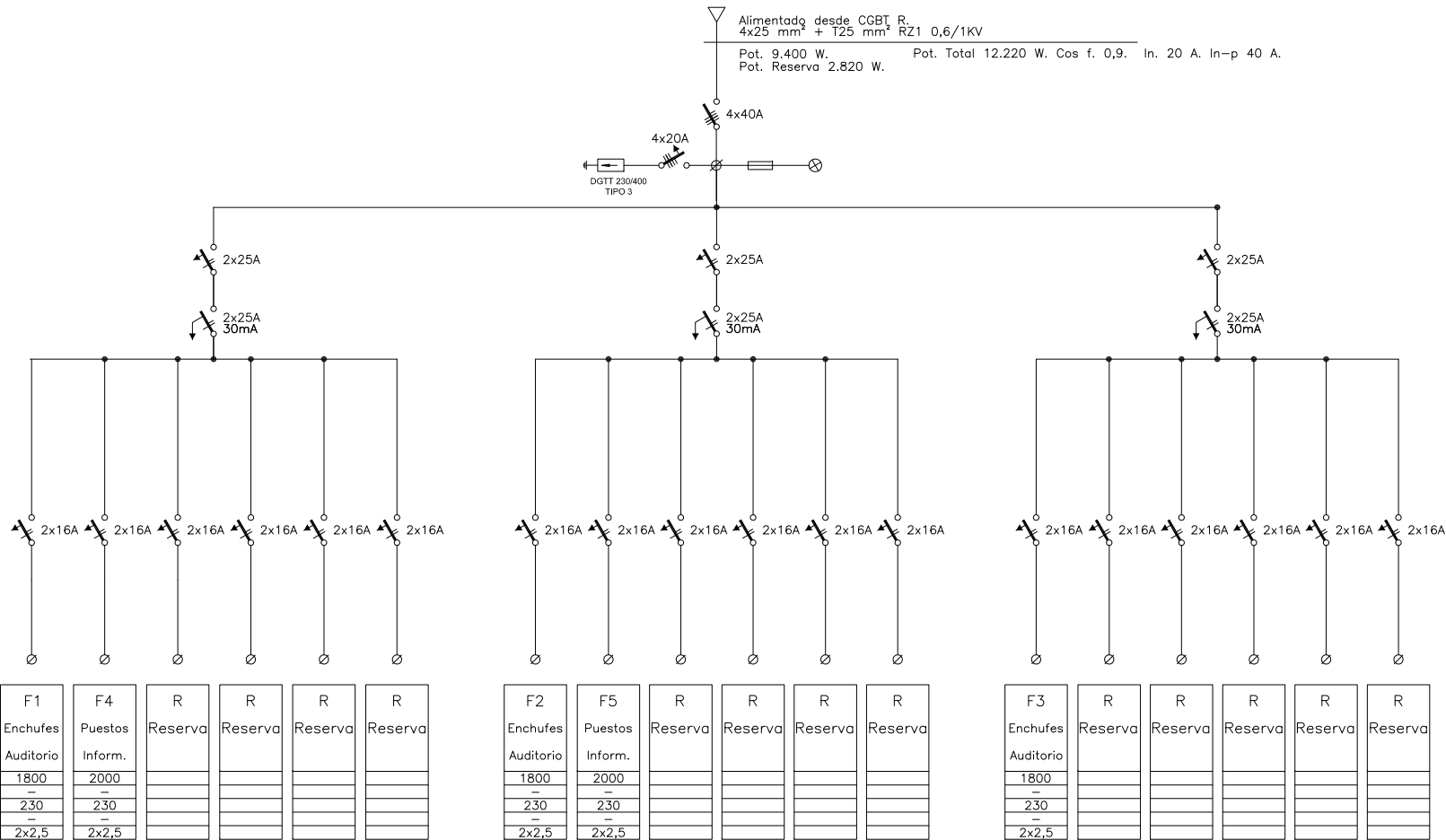
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-Auditorio Red - Grupo



CE-Auditorio Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

22

PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES

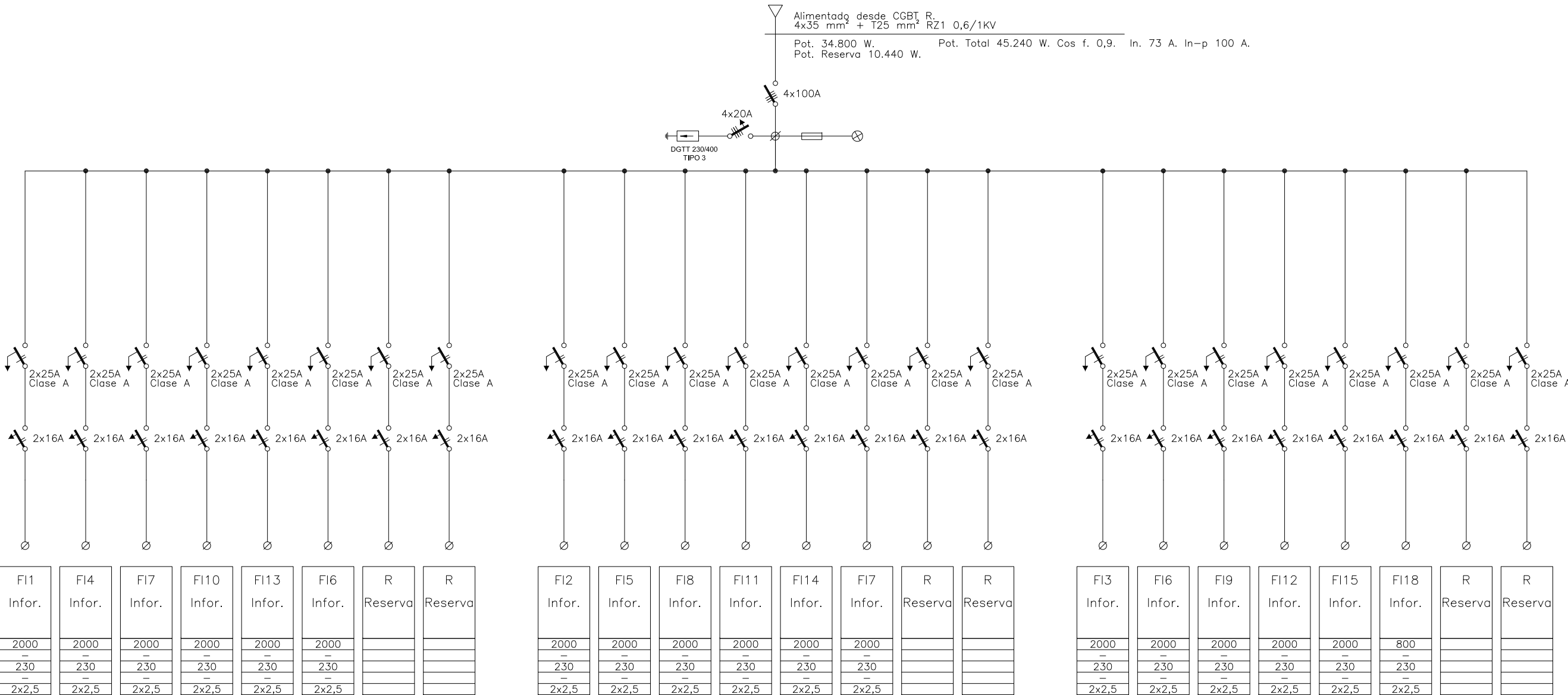
CE-Auditorio

FECHA

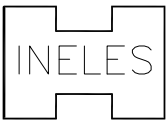
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-Informática Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

23

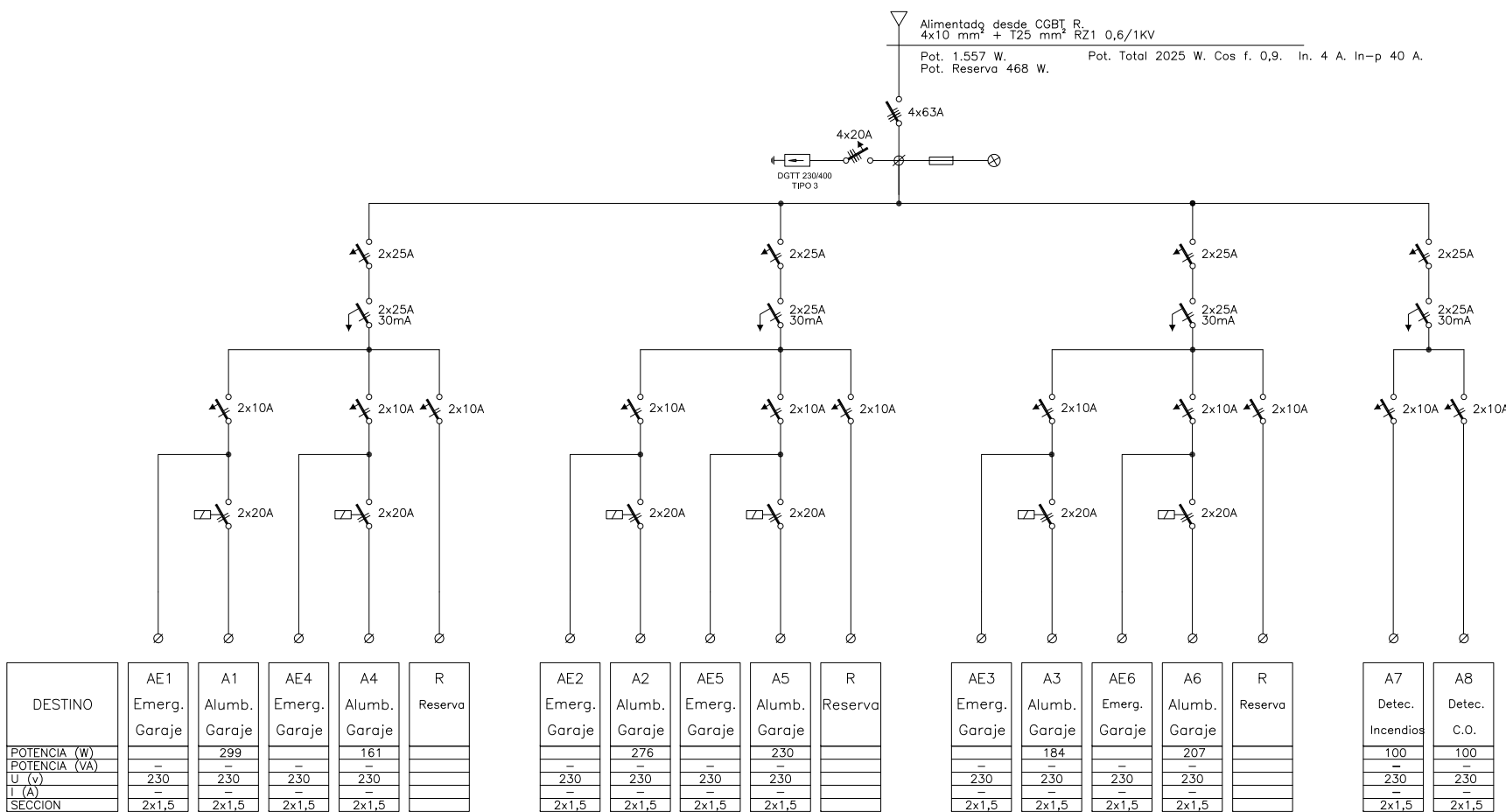
PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES
CE-Informática

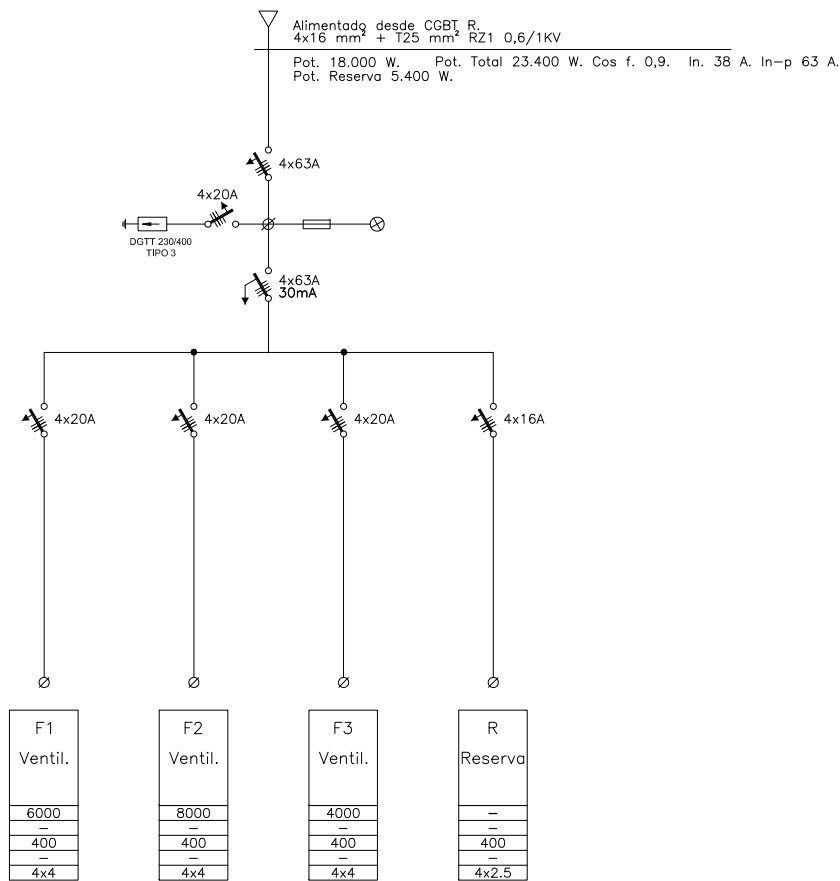
FECHA
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-Garaje Red - Grupo



CE-Garaje Red



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)

INELES

INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

24

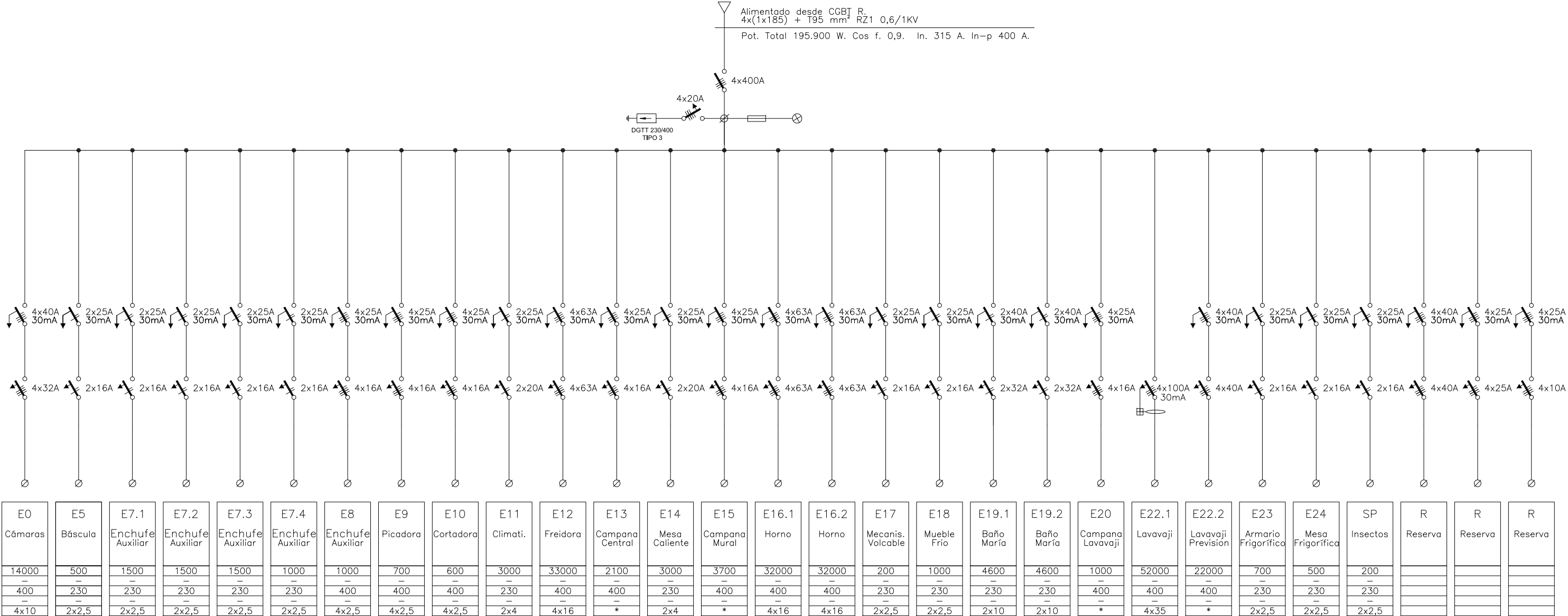
PLANO

ESQUEMAS UNIFILARES
CE–Garaje

FECHA
Marzo 2015

ESCALA
S/E

CE-Cocina



* estas líneas no forman parte del alcance del proyecto.

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

25

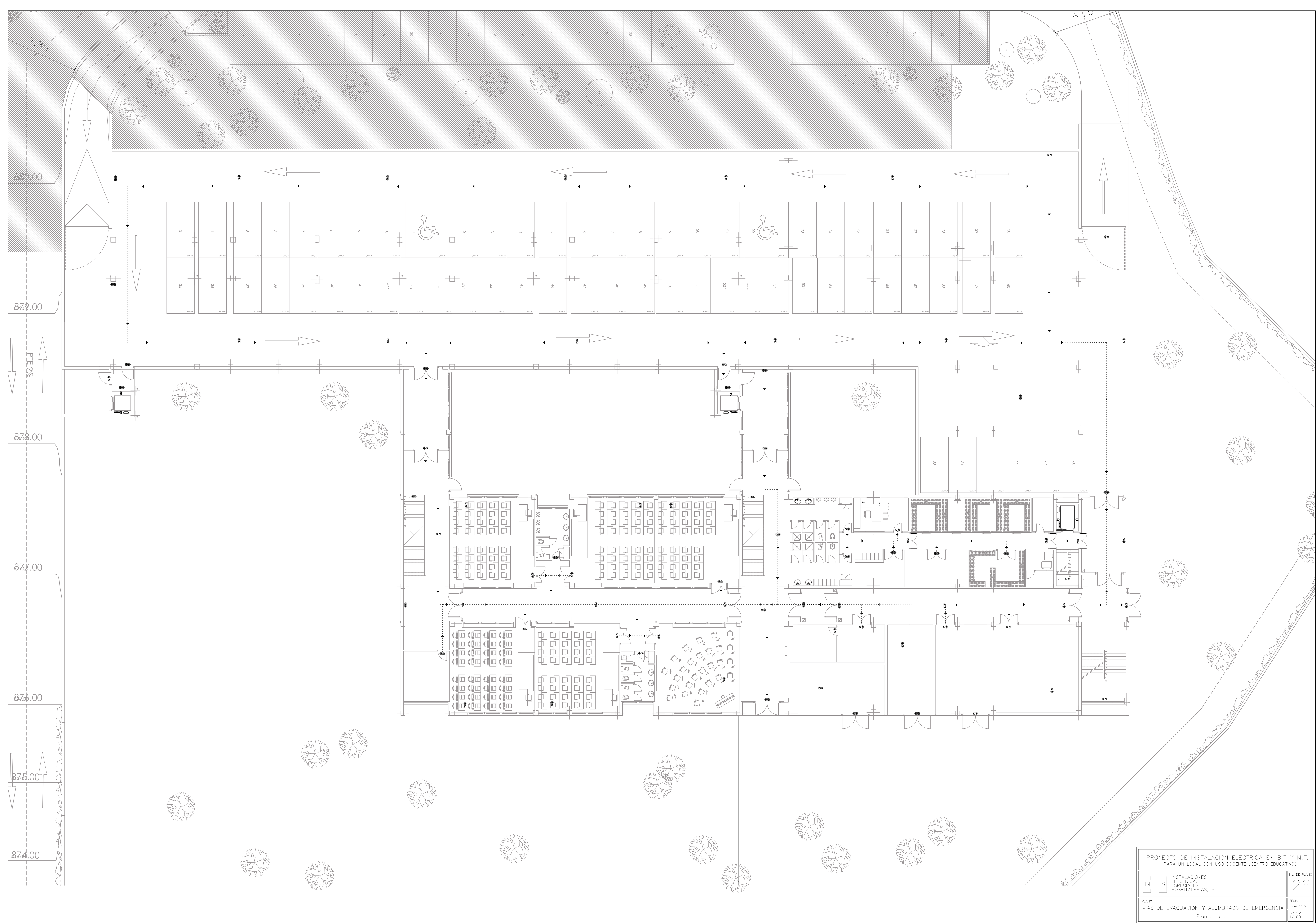
PLANO


ESQUEMAS UNIFILARES
CE–Cocina

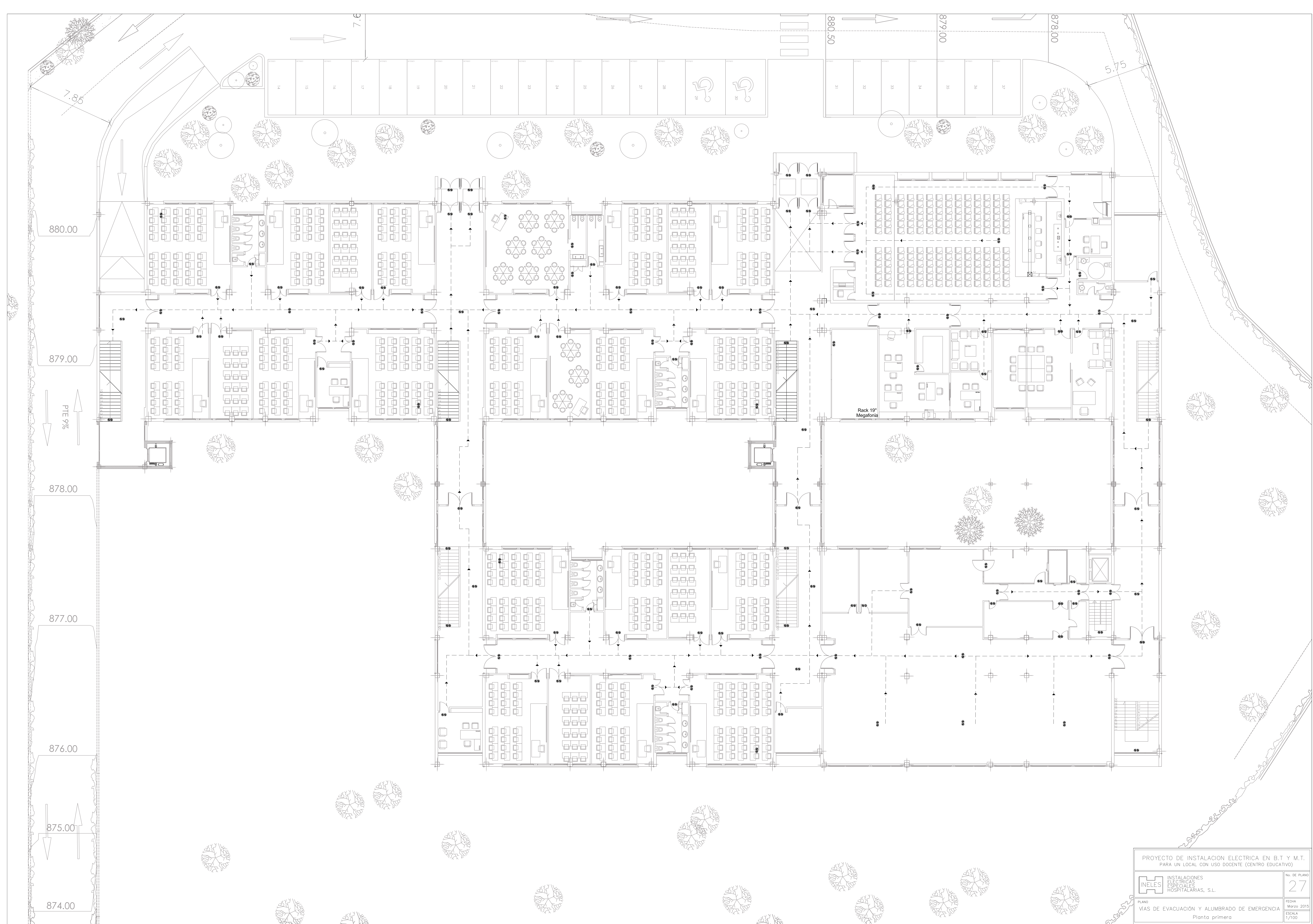
FECHA

Marzo 2015

ESCALA
S/E



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T. PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)		No. DE PLANO
 INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES HOSPITALARIAS, S.L.		26
PLANO	VIAS DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA	FECHA Marzo 2015
Planta baja		ESCALA 1/100



PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)

INELES

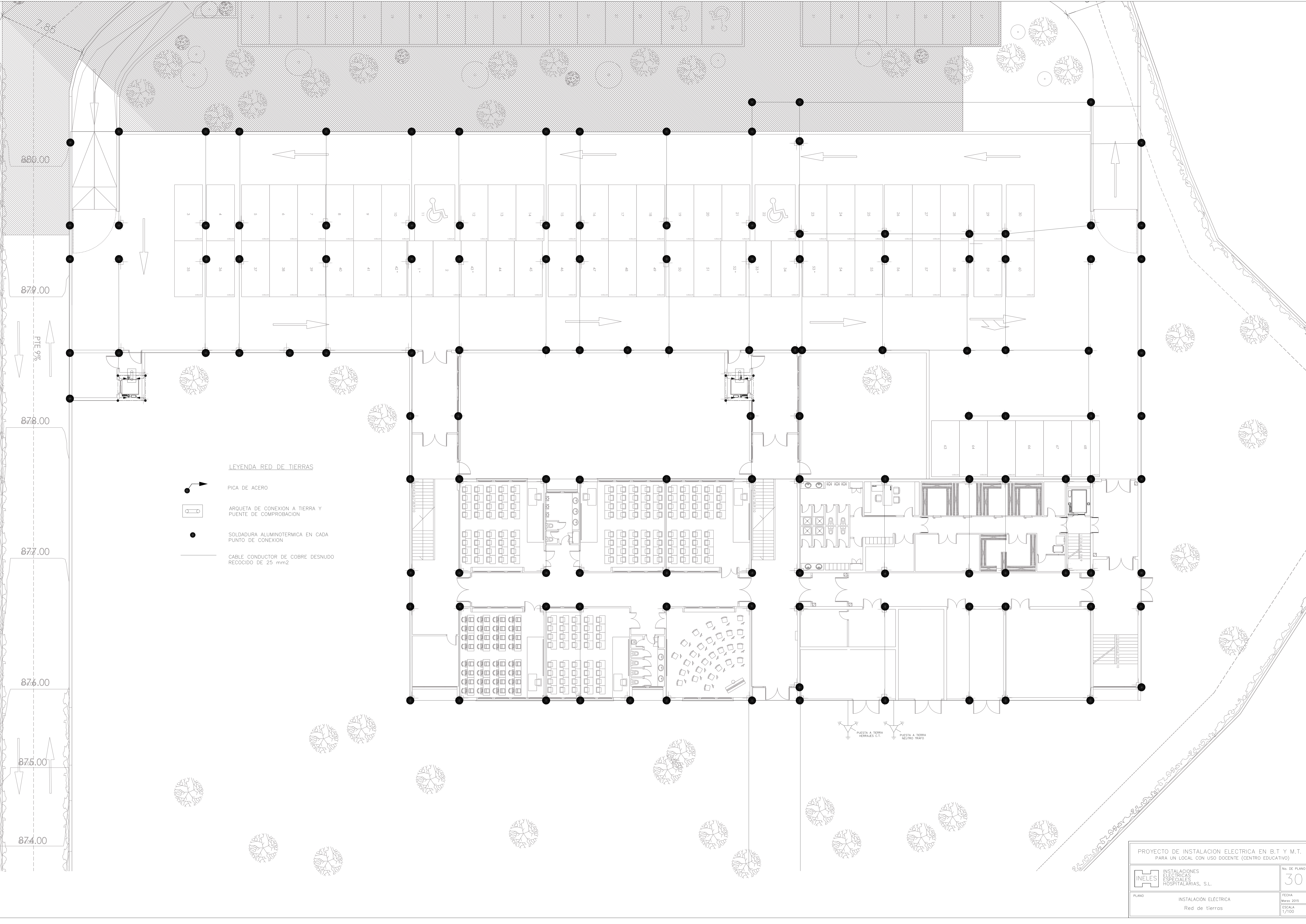
INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

PLANO
VIAS DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA
Planta segunda

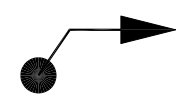
No. DE PLANO
28

FECHA
Marzo 2015
ESCALA
1/100

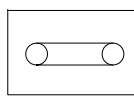




LEYENDA RED. DE TIERRAS



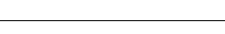
PICA DE ACERO



ARQUETA DE CONEXION A TIERRA Y
PUENTE DE COMPROBACION



SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN CADA
PUNTO DE CONEXION



CABLE CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO
RECOCIDO DE 25 mm2

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

PLANO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA
Red de tierras

Nº. DE PLANO

30

FECHA

Marzo 2015

ESCALA

1/100

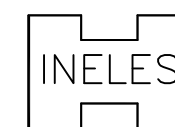
LEYENDA DE ILUMINACIÓN

	Luminaria de empotrar Philips modelo CoreView Panel RC165V LED 34S 41W.
	Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 37S 41W
	Luminaria de empotrar Philips modelo Coreline RC120B LED 27S 28W
	Luminaria de empotrar Philips modelo SchoolVision TBS477 1x54W.
	Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED22S 23W.
	Luminaria estanca de adosar Philips modelo Coreline estanca WTC120C LED18S 19W.
	Downlight de empotrar Secom modelo Ducto Medium 25W.
	Downlight de empotrar Philips modelo LuxSpace DN571B LED24S 25W.
	Downlight de empotrar Philips modelo Coreline Proset RS141B LED6-32-/840 12W.
	Aplique de pared Philips modelo WL120V LED16S 24W.
	LUMINARIA AUTÓNOMA DE EMERGENCIA, LED 8W, 1 HORA, 400 LUMENES MARCA DAISALUX HYDRA LD N8.
	Luminaria Exterior Philips modelo ClearFood BVP650 G2 30K 1xECD/740 S 244W 30000lm

LEYENDA MECANISMOS Y ACCIONAMIENTOS

	MECANISMO INTERRUPTOR I+N
	MECANISMO CONMUTADOR I+N
	MECANISMO PULSADOR PARA REGULACIÓN DALI
	BASE T/C-230V-16A-SCHUKO EN PARED
	BASE T/C-400V-16A-SCHUKO EN PARED
	BASE TOMA PARA R-TV
	BASE TOMA VOZ-DATOS
	SENSOR DE PRESENCIA MARCA ORBIS
	DETECTOR DE PRESENCIA Y MOVIMIENTO MARCA PHILIPS OCCUSWITCH
	CUADRO ELÉCTRICO
	TOMA 400V -VENTILACIÓN GARAJE-

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN B.T Y M.T.
PARA UN LOCAL CON USO DOCENTE (CENTRO EDUCATIVO)



INSTALACIONES
ELECTRICAS
ESPECIALES
HOSPITALARIAS, S.L.

No. DE PLANO

31

PLANO

LEYENDA ELÉCTRICA

FECHA
Marzo 2015

ESCALA
S/E